



**DANIEL FERREIRA  
POLÓNIA**

**MERCADO ELECTRÓNICO PARA SERVIÇOS DE  
TELERADIOLOGIA**



**DANIEL FERREIRA  
POLÓNIA**

**MERCADO ELECTRÓNICO PARA SERVIÇOS DE  
TELERRADIOLOGIA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Engenharia Electrotécnica, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Manuel Oliveira Duarte, Professor Catedrático do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e do Professor Doutor José Luís Guimarães Oliveira, Professor Associado do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

Aos meus pais.

## o júri

Presidente

**Doutor Artur Manuel Soares da Silva**  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

**Doutor Julián Dorado de la Calle**  
Professor Titular da Universidade da Corunha

**Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte**  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

**Doutor Henrique Manuel Dinis Santos**  
Professor Associado da Universidade do Minho

**Doutor José Luís Guimarães de Oliveira**  
Professor Associado da Universidade de Aveiro

**Doutor Carlos Manuel Azevedo Costa**  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

## agradecimentos

Como todos os trabalhos, esta dissertação deve muito ao apoio prestado por pessoas e instituições a quem não posso deixar de reconhecer publicamente.

Ao Professor Doutor Manuel Oliveira Duarte, que me deu a minha primeira oportunidade de trabalho, no já longínquo Fevereiro de 1996, e que me voltou a acolher no Verão de 2003, aceitando a co-orientação desta dissertação e acompanhando-a com paciência e sabedoria.

Ao Professor Doutor José Luís Oliveira por ter acreditado em mim e no meu trabalho e me ter oferecido a oportunidade de mostrar o meu valor, disponibilizando-se para me ouvir, dando sugestões, tolerando os meus desvios de rota e ajudando-me a manter no rumo certo.

Ao Professor Doutor António Sousa Pereira, que proporcionou o enquadramento institucional necessário para o desenvolvimento deste trabalho e foi sempre um entusiasta do desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Doutor Carlos Manuel Azevedo Costa, que me apontou o caminho e que me estimulou ao longo deste percurso.

Aos sócios e colaboradores da Luz Technologies que foram fundamentais no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os que, na Universidade de Aveiro (mais concretamente no IEETA e no DETI, no DEGEI, na ESSUA e na SACS) e no Hospital Infante D. Pedro (mais concretamente no Serviço de Radiologia e no Laboratório de Patologia Clínica) me apoiaram.

A todos os meus amigos que sabem o quanto lhes estou grato por tolerarem as minhas ausências sem deixarem de reclamar a minha presença.

Por último, devo um especial reconhecimento à minha família. Agradeço, assim:

à minha irmã, Andreia, pela paciência e estímulo;

à minha mãe e ao meu pai pelo apoio, material e emocional, incondicional e inabalável.

## **palavras-chave**

Teleradiologia, sistemas de informação, assimetrias regionais, mercado electrónico, modelo de negócio

## **resumo**

O desenvolvimento das soluções baseadas em telemedicina tem permitido a criação e o desenvolvimento de novas formas de prestar cuidados de saúde, aproximando prestadores de pacientes e diminuindo os tempos de espera associados, melhorando a qualidade do serviço prestado. No entanto, nem sempre a introdução de tecnologia nos processos de saúde corresponde a uma redução nas assimetrias existentes a nível nacional na prestação de cuidados.

O principal objectivo deste trabalho consistiu em desenvolver um sistema que permita a criação de um mercado electrónico de teleradiologia tirando partido das soluções tecnologicamente evoluídas já existentes e da boa distribuição de equipamento a nível nacional. Neste mercado é possível maximizar a satisfação de pacientes e entidades requisitantes de exames radiológicos em relação ao serviço prestado, sem prejudicar a qualidade do serviço prestado, ao mesmo tempo que optimiza a utilização do equipamento disponibilizado.

Para tal, foi verificado o actual estado da arte em termos de sistemas de telemedicina e de teleradiologia, tendo igualmente sido confirmada a percepção existente das assimetrias a nível nacional em termos de distribuição de recursos humanos no sector da saúde.

Depois de verificar o actual fluxo de trabalho em termos de requisição, execução e interpretação de exames imagiológicos, procedeu-se à sua optimização e adaptação para um mercado de teleradiologia, desenhando um conjunto de requisitos associados com as principais etapas de execução dos exames, identificando os principais entraves ao seu funcionamento e propondo mecanismos originais de resolução com base em sistemas de informação.

Ao nível de sistemas de informação, é apresentado um protótipo que possibilita a demonstração da implementação de alguns dos mais importantes requisitos anteriormente apresentados e o seu funcionamento, demonstrando o funcionamento prático do sistema de mercado de imagens baseado em teleradiologia.

Finalmente é demonstrada a exequibilidade prática desta solução mediante a apresentação de um modelo de negócio onde se apresentam os benefícios decorrentes da implementação deste sistema e os respectivos custos associados com a implementação de uma infra-estrutura desta natureza.

**keywords**

Teleradiology, information systems, regional asymmetries, electronic market, business model.

**abstract**

The development of telemedicine based solutions has enabled the creation and the development of new healthcare provisioning methods, bringing closer patients and providers, reducing waiting times associated and improving the quality of the service provided. However, the introduction of technological advancements does not always correspond to a reduction in the existing asymmetries at national level in the provision of healthcare.

The main objective of this work is to develop a system that allows the creation of a telemedicine electronic marketplace interconnecting players that use solutions already in place and the good distribution of equipment at national level. With this market it is possible to maximize the patient and exam prescribing entities satisfaction, whilst the quality of the service provided by the technicians and radiologists is guaranteed and the use of the existing equipment is optimized.

For this purpose to be achieved, it was performed a state-of-the-art analysis in terms of telemedicine and teleradiology services available, and it was confirmed the perception of the existing asymmetries at national level in terms of human resources and exam distribution in the imaging and healthcare sector.

After checking the current workflow in terms of requisition, execution and interpretation of imaging services, an optimization and adaption was performed for the teleradiology marketplace, with the development of a set of requirements associated with the exam execution. A set of original solutions based in information systems are presented for the resolution of the bottlenecks identified and a prototype is developed.

At information systems level, the presentation of a prototype allows the demonstration of the ability to implement the most important set of requirements previously presented and its interconnection, demonstrating the practical functioning and viability of the images market system based in teleradiology.

As a conclusion it is demonstrated the financial implementation of this solution through a business model where the benefits of the system, and its costs, are presented and measured.

# Índice Geral

<b>ÍNDICE GERAL.....</b>	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 MOTIVAÇÃO E OBJECTIVOS.....	2
1.2 METODOLOGIA .....	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO .....	6
<b>2 DESAFIOS E TENDÊNCIAS DOS SERVIÇOS DE TELERADIOLOGIA .....</b>	<b>9</b>
2.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA .....	10
2.1.1 Origem e evolução da telemedicina.....	10
2.1.2 O caminho até à teleradiologia .....	12
2.1.3 O sistema de teleradiologia .....	12
2.2 DESENVOLVIMENTOS RECENTES.....	15
2.2.1 Saúde .....	15
2.2.2 Ciências da computação .....	17
2.2.3 Telecomunicações .....	21
2.2.4 Economia.....	22
2.3 SITUAÇÃO ACTUAL DA TELERADIOLOGIA .....	23
2.3.1 A nível global .....	23
2.3.2 Estados Unidos .....	24
2.3.3 Europa .....	26
2.3.4 Portugal .....	28
2.4 IDENTIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO.....	31
2.4.1 Quadro tecnológico .....	31
2.4.1.1 IHE - Integrating the Healthcare Enterprise .....	32
2.4.1.2 R-Bay.....	34
2.4.1.3 Dicoogle .....	36
2.4.2 Quadro clínico .....	37
2.4.3 Quadro económico.....	38
2.4.4 Quadro ético e legal.....	39
2.4.5 Novo posicionamento dos Serviços de Radiologia .....	40
2.5 SÍNTESE .....	42



<b>3</b>	<b>SERVIÇOS DE RADIOLOGIA: A SITUAÇÃO EM PORTUGAL .....</b>	<b>45</b>
3.1	AS ASSIMETRIAS NO SISTEMA DE SAÚDE PORTUGUÊS .....	46
3.1.1	Uma análise sectorial da saúde .....	47
3.1.2	Uma análise matricial .....	47
3.1.3	Recomendações para o Plano Nacional de Saúde 2011-2016 .....	48
3.2	DADOS E METODOLOGIA .....	49
3.2.1	Segmentação de dados .....	49
3.2.2	Análise estatística .....	52
3.3	ANÁLISE DE DADOS .....	53
3.3.1	Relação entre dados .....	56
3.4	PROPOSTA E DISCUSSÃO DE CENÁRIOS FUTUROS .....	57
3.4.1	Cenário “Opção Zero” .....	59
3.4.2	Cenário “Relocação Forçada” .....	60
3.4.3	Cenário “Teleradiologia Básica” .....	61
3.4.4	Cenário “Mercado de Imagens” .....	62
3.5	SUMÁRIO DE IMPLEMENTAÇÃO DE CENÁRIOS .....	63
3.6	CONCLUSÕES.....	64
<b>4</b>	<b>PROPOSTA DE UM MODELO PARA SERVIÇOS DE TELERADIOLOGIA.....</b>	<b>65</b>
4.1	ARQUITECTURA DE PROCESSOS .....	65
4.1.1	Pedido de serviços .....	66
4.1.2	Mercado electrónico .....	66
4.1.3	Pagamento, garantia de qualidade e aprovisionamento de serviço .....	69
4.1.4	Broker no contexto de realização dos processos .....	70
4.1.5	Mecanismos de avaliação de desempenho .....	71
4.1.6	Variações e cenários alternativos.....	72
4.2	MÓDULOS, ACTORES E SERVIÇOS .....	73
4.2.1	Identificação de módulos e actores.....	73
4.2.2	Serviços a desenvolver .....	75
4.3	SISTEMATIZAÇÃO DE REQUISITOS.....	78
4.3.1	Metodologia.....	79
4.3.2	Requisitos de informação do paciente .....	80
4.3.3	Requisitos de informação e histórico profissional.....	81
4.3.4	Requisitos de acessibilidade e qualidade clínica .....	83
4.3.5	Requisitos de responsabilidade.....	84
4.3.6	Requisitos aplicacionais .....	84
4.3.7	Outros requisitos.....	85
4.3.7.1	Usabilidade .....	85
4.3.7.2	Segurança .....	86
4.3.7.3	Modularidade e integração .....	86
4.4	DEFINIÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DE CASOS DE UTILIZAÇÃO.....	87

4.4.1	Contextualização dos casos de utilização.....	87
4.4.2	Diagrama de funcionamento de casos de utilização de <i>brokerage</i> .....	90
4.4.3	Diagrama de sequência de casos de utilização de avaliação .....	93
4.4.4	Gestão de conflitos em caso de rejeição.....	95
4.5	COMPARAÇÃO COM SISTEMAS EXISTENTES.....	95
4.5.1	Metodologia de avaliação do sistema.....	97
4.5.2	Análise comparativa de sistemas já existentes .....	99
4.5.2.1	IHE – <i>Integrating the Healthcare Enterprise</i> .....	99
4.5.2.2	R-Bay.....	101
4.5.2.3	Dicoogle .....	103
4.6	CONCLUSÕES .....	105
<b>5</b>	<b>PROTÓTIPO DO SISTEMA .....</b>	<b>107</b>
5.1	O SISTEMA BIZZPOOL – CONTRIBUTOS E DESENVOLVIMENTOS .....	107
5.1.1	Caracterização geral de funcionamento.....	108
5.1.2	Análise comparativa do sistema BizzPool.....	112
5.2	DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO BIZZPOOL .....	113
5.2.1	Arquitectura modular do protótipo .....	114
5.2.2	Base de dados de suporte.....	116
5.2.3	Módulos BPEL .....	118
5.2.3.1	LoginModule .....	119
5.2.3.2	GatewayModule .....	120
5.2.3.3	CreateAuctionModule .....	122
5.2.3.4	ClientModule.....	124
5.2.4	Protótipo .....	125
5.3	RESULTADOS ALCANÇADOS E OPÇÕES EFECTUADAS FACE AOS DESAFIOS TÉCNICOS COLOCADOS .....	133
5.3.1	Resultados alcançados face aos objectivos propostos .....	133
5.3.2	Insuficiências e desafios de integração futura .....	135
5.4	CONCLUSÕES .....	136
<b>6</b>	<b>MODELO DE MERCADO E PLANO DE NEGÓCIO .....</b>	<b>137</b>
6.1	INTRODUÇÃO .....	137
6.2	MODELO OPERACIONAL.....	137
6.2.1	Identificação de utilizadores do sistema.....	138
6.2.2	Proposta de valor .....	139
6.2.3	Canais de distribuição e relacionamento com cliente.....	140
6.2.4	Fluxos de geração de receita.....	141
6.2.5	Recursos e actividades chave .....	145
6.2.6	Parcerias .....	145
6.2.7	Estrutura de custos.....	146
6.2.8	Sistematização do modelo de negócio.....	146

6.3	CASO DE ESTUDO APLICADO A PORTUGAL.....	147
6.3.1	Estado actual em Portugal .....	147
6.3.2	Pressupostos para elaboração do plano de negócio para o caso português.....	149
6.3.2.1	A função logística generalizada e os padrões de adopção de tecnologia.....	149
6.3.2.2	População, utilizadores e exames .....	151
6.3.2.3	Modelação de necessidades de tráfego .....	158
6.3.2.4	Modelação de custos de telecomunicações.....	161
6.3.2.5	Modelação de preços de exames praticados .....	164
6.3.2.6	Custos de desenvolvimento de <i>software</i> e manutenção.....	165
6.3.2.7	<i>Data center</i> próprio <i>versus outsourced</i> .....	166
6.3.3	Plano de negócios para implementação do cenário intermédio .....	172
6.3.4	Outros factores não considerados .....	174
6.4	CONCLUSÕES.....	175
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO .....</b>	<b>177</b>
7.1	CONTRIBUIÇÕES .....	177
7.2	PERSPECTIVAS DE TRABALHO FUTURO .....	182
<b>A.</b>	<b>ANEXO A .....</b>	<b>183</b>
<b>B.</b>	<b>ANEXO B .....</b>	<b>187</b>
<b>C.</b>	<b>ANEXO C .....</b>	<b>203</b>

# Índice de Figuras

Figura 1.1: Organização do documento.....	7
Figura 2.1: Esquematização de componentes de um PACS.....	13
Figura 2.2: Domínio de afinidade do XDS-I - <i>Cross-Enterprise Document Sharing for Imaging</i> .....	34
Figura 2.3: Arquitectura técnica do eMarketplace R-Bay.....	35
Figura 3.1: Regiões NUTS III portuguesas e a sua segmentação para efeitos de análise. ..	50
Figura 3.2: Matriz de classificação de exames imagiológicos de acordo com requisitos de realização e interpretação.....	52
Figura 3.3: Curvas de Lorenz para a distribuição de equipamento, exames e radiologistas, em Portugal, em 2007.....	53
Figura 3.4: Curvas de Lorenz para a distribuição dos diferentes tipos de equipamentos, em Portugal, para 2007.....	55
Figura 3.5: Curvas de Lorenz para a distribuição dos diferentes tipos de exames, em Portugal, para 2007.....	55
Figura 3.6: Matriz de cenários e respectivas variáveis de análise.....	58
Figura 4.1: Descrição do fluxo de informação da solução proposta entre a identificação da necessidade (A) e o envio dos convites (E). .....	67
Figura 4.2: Descrição do fluxo de informação da solução proposta entre a realização de leilão entre os $j$ vendedores e a comunicação da conclusão do leilão ao comprador.....	68
Figura 4.3: Descrição do envio de informação do <i>broker</i> para o vencedor do leilão e integração da informação no PACS (F).....	69
Figura 4.4: Descrição do envio de relatório e imagens do vendedor para o <i>broker</i> (G) e do <i>broker</i> para o comprador (H).....	70
Figura 4.5: Descrição do envio de relatório e imagens do <i>broker</i> para o comprador (H) e, caso exista aceitação, processamento financeiro (I), caso exista rejeição, envio de relatório e imagens para o avaliador (J). .....	71
Figura 4.6: Diagrama de módulos que conterão os serviços a serem desenvolvidos e identificação dos actores envolvidos no processo. ....	77
Figura 4.7: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo <i>brokerage</i> .....	88
Figura 4.8: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo avaliação. ....	89
Figura 4.9: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo gestão financeira. ....	89

Figura 4.10: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo administração de sistema.....	90
Figura 4.11: Diagrama de sequência dos casos de utilização "Lança leilão".....	92
Figura 4.12: Implementação de procedimentos de avaliação de desempenho dos radiologistas.....	94
Figura 4.13: Implementação de procedimentos de gestão de conflitos entre médico referenciador e radiologista. ....	96
Figura 4.14: <i>Dicoogle Affinity Domain</i> interligando 3 instituições distintas. ....	104
Figura 5.1: Universo de participantes no mercado, sem agregação. ....	109
Figura 5.2: Visão geral do sistema, agregando cada um dos participantes em <i>pools</i> , num mercado que designaremos por Bizz Pool. ....	109
Figura 5.3: Detalhe de funcionalidades de cada um dos participantes de cada uma das <i>pools</i> . ....	110
Figura 5.4: Arquitectura funcional genérica a ser satisfeita pelo sistema de <i>brokerage</i> ....	111
Figura 5.5: Mapa tecnológico do protótipo do sistema Bizz Pool. ....	114
Figura 5.6: Arquitectura modular do protótipo a implementar. ....	115
Figura 5.7: Estrutura de dados acoplada ao módulo CreateAuction. ....	117
Figura 5.8: Réplica simplificada da estrutura de dados que permite ao vendedor de interpretação funcionar em modo <i>offline</i> .....	118
Figura 5.9: LoginModule.BPEL.....	119
Figura 5.10: GatewayModule.BPEL. ....	120
Figura 5.11: CreateAuctionModule.BPEL. ....	122
Figura 5.12: Detalhe de CreateAuctionModule.BPEL.....	123
Figura 5.13: ClientModule.BPEL. ....	124
Figura 5.14: Ligação ao PACS do comprador <i>n</i> . ....	126
Figura 5.15: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador <i>n</i> . ....	126
Figura 5.16: Estudo arquivado localmente e passível de ser leilado pelo utilizador. ....	127
Figura 5.17: <i>Form</i> de submissão de pedido de leilão por parte do comprador <i>n</i> . ....	128
Figura 5.18: <i>Folder</i> contendo a lista de trabalhos pendentes de realização por parte do utilizador e/ou os trabalhos já realizados e/ou pendentes de aceitação pelo comprador.....	128
Figura 5.19: <i>Form</i> onde o vendedor vencedor do leilão irá escrever o seu relatório e, uma vez concluído, enviar para o comprador.....	129

Figura 5.20: <i>Screenshot</i> de imagem vista pelo vendedor utilizando o visualizador Mango disponibilizado no <i>package</i> .	129
Figura 5.21: Relatório final antes de ser enviado pelo vendedor vencedor do leilão.	130
Figura 5.22: Verificação do estado do processo, quando em subscrição, por parte do comprador.	131
Figura 5.23: Verificação do estado do processo quando aguarda aprovação pelo comprador.	131
Figura 5.24: Verificação do relatório final por parte do comprador, com possibilidade de aceitação ou rejeição.	132
Figura 5.25: Estrutura de relatório pdf conforme é descarregado pelo comprador.	132
Figura 5.26: Verificação do estado do processo, após aceitação, por parte do comprador.	133
Figura 6.1: Configuração base de actores para descrição de fluxo de informação da solução proposta.	138
Figura 6.2: Configuração base dos actores participantes no sistema.	139
Figura 6.3: <i>Fees</i> pagas pelos participantes para entrar e participar no mercado.	142
Figura 6.4: Lançamento e conclusão do leilão entre comprador e vendedor.	143
Figura 6.5: Fluxos financeiros iniciais entre o paciente, a entidade financiadora, o gestor do <i>broker</i> e o vendedor.	143
Figura 6.6: Redistribuição do valor $\delta$ entre os diferentes participantes de acordo com os valores contratados.	144
Figura 6.7: Modelo de negócio de acordo com a <i>business model canvas</i> de Osterwald...	146
Figura 6.8: Evolução do número de médicos e médicos não especializados em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2010 ( projecção autor).	148
Figura 6.9: Evolução do número de médicos não especializados e especialistas em radiodiagnóstico em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2010 ( projecção autor).	148
Figura 6.10: Evolução do número de exames radiológicos em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2015 ( projecção autor).	149
Figura 6.11: Figura ilustrativa da aplicação da curva logística com várias velocidades de adopção de tecnologia.	150
Figura 6.12: Resultados ilustrativos de evolução do número de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao <i>broker</i> tendo em conta três cenários (optimista, intermédio e pessimista) entre 2011 e 2015 ( projecção autor).	151
Figura 6.13: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário pessimista.	153

Figura 6.14: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário optimista. ....	155
Figura 6.15: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário intermédio. ....	157
Figura 6.16: Evolução do número de exames negociados no broker entre 2011 e 2015 num cenário de evolução intermédio.....	158
Figura 6.17: Esboço inicial de arquitectura de rede e data center do sistema a ser implementado. ....	160
Figura 6.18: Diagrama exemplificativo da aplicação de preços em circuitos de interligação. ....	161
Figura 6.19: Evolução do custo por Mbps em cada ano em cada um dos cenários considerados. ....	163
Figura 6.20: Arquitectura do sistema com base na implementação em AWS/EC2/S3.....	167
Figura 6.21: Arquitectura do sistema com base na implementação em co-localização do data center.....	167
Figura 6.22: Evolução do EBITDA para os três cenários considerados ao longo dos cinco anos de projecto. ....	171
Figura 6.23: <i>Discounted Cash Balance</i> do projecto ao longo dos 5 anos.....	174
Figura B.1: Ligação ao PACS do comprador $n$ .....	187
Figura B.2: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador $n$ . ....	188
Figura B.3: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador $n$ de acordo com o nome do paciente. ....	188
Figura B.4: Visualização, e eventual <i>download</i> para a área local do utilizador do estudo seleccionado. ....	189
Figura B.5: Estudo arquivado localmente e passível de ser leilado pelo utilizador.....	189
Figura B.6: <i>Form</i> de submissão de pedido de leilão por parte do comprador $n$ . ....	190
Figura B.7: Mensagem de mail recebida pelos potenciais vendedores com convite para participação em leilão.....	191
Figura B.8: <i>Folder</i> contendo convites pendentes de aceitação pelo utilizador. ....	191
Figura B.9: <i>Folder</i> contendo leilões activos em que o utilizador é participante, sendo que o fundo a verde indica que está na liderança do leilão com a proposta mais baixa.....	192
Figura B.10: <i>Folder</i> contendo os leilões activos em que o utilizador é participante, sendo que o fundo vermelho significa que existem licitações mais baixas que a efectuada pelo utilizador. ....	192
Figura B.11: <i>Form</i> que permite ao utilizador colocar uma licitação mais baixa num determinado leilão. ....	193

Figura B.12: <i>Folder</i> contendo a lista de trabalhos pendentes de realização por parte do utilizador e/ou os trabalhos já realizados e/ou pendentes de aceitação pelo comprador. ....	193
Figura B.13: <i>Form</i> onde o vendedor vencedor do leilão irá escrever o seu relatório e, uma vez concluído, enviar para o comprador. ....	194
Figura B.14: <i>Screenshot</i> de imagem vista pelo vendedor utilizando o visualizador Mango disponibilizado no <i>package</i> . ....	194
Figura B.15: Relatório final antes de ser enviado pelo vendedor vencedor do leilão .....	195
Figura B.16: Verificação do estado do processo., quando em subscrição, por parte do comprador. ....	196
Figura B.17: Verificação do estado do processo, quando em leilão, por parte do comprador. ....	196
Figura B.18: Verificação do estado do processo, quando em realização de relatório, por parte do comprador. ....	197
Figura B.19: Verificação do estado do processo quando aguarda aprovação pelo comprador. ....	197
Figura B.20: Verificação do relatório final por parte do comprador, com possibilidade de aceitação ou rejeição. ....	198
Figura B.21: Mensagem de aceitação de relatório. ....	199
Figura B.22: Interface que permite descarga de relatório em formato pdf para sistema de ficheiros. ....	199
Figura B.23: Estrutura de relatório pdf, conforme é descarregado pelo comprador. ....	200
Figura B.24: Verificação do estado do processo, após aceitação, por parte do comprador. ....	200
Figura B.25: Caixa de justificação de rejeição de relatório por parte do comprador. ....	201
Figura B.26: Verificação do estado do processo, após rejeição, por parte do comprador. ....	201



# Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Dados estatísticos entre 2002 e 2008 relativos a profissionais de saúde, radiologistas, actos e equipamento imagiológico.....	16
Tabela 2.2: Relação entre o número de radiologistas e as diferentes variáveis analisadas.....	16
Tabela 3.1: Tabela síntese de análise de assimetrias no sector da saúde em Portugal .....	48
Tabela 3.2: Principais dados técnico-económicos portugueses segmentados de acordo com as três regiões consideradas para este estudo (Dados de 2007).....	51
Tabela 3.3: Coeficientes de Gini de acordo com dados técnico-económicos, baseados na distribuição de população. ....	54
Tabela 3.4: Coeficientes de Gini de acordo com dados imagiológicos, baseados na distribuição de população. ....	56
Tabela 3.5: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Opção Zero” nas quatro variáveis consideradas.....	60
Tabela 3.6: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Relocação Forçada” nas quatro variáveis consideradas.....	60
Tabela 3.7: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Teleradiologia Básica” nas quatro variáveis consideradas. ....	62
Tabela 3.8: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Mercado de Imagens” nas quatro variáveis consideradas. ....	63
Tabela 3.9: Sumarização da implementação do impacto dos quatro cenários em relação às quatro variáveis consideradas. ....	63
Tabela 4.1: Template de matriz de avaliação de adequação de sistema. ....	98
Tabela 4.2: Avaliação do desempenho de um sistema IHE/XDS-I de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível nacional. ....	100
Tabela 4.3: Avaliação do desempenho de um sistema IHE/XDS-I de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço....	101
Tabela 4.4: Avaliação do desempenho da plataforma do projecto R-Bay de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço. ....	103
Tabela 4.5: Avaliação do desempenho de uma eventual implementação do sistema Dicoogle de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço.....	105

Tabela 5.1: Avaliação do desempenho da implementação do sistema BizzPool de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço. ....	113
Tabela 6.1: Previsão na evolução do número de médicos, assumindo uma evolução linear da população existente entre 2001 e 2008. ....	148
Tabela 6.2: Previsão na evolução do número de exames radiológicos a serem realizados, assumindo uma evolução a partir do número de exames efectuados entre 2001 e 2008. ....	149
Tabela 6.3: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao <i>broker</i> no cenário pessimista. ....	152
Tabela 6.4: Projecção do número de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário pessimista. ....	152
Tabela 6.5: Percentagem de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário pessimista. ....	153
Tabela 6.6: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao <i>broker</i> no cenário optimista. ....	154
Tabela 6.7: Projecção do número de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário optimista... ..	154
Tabela 6.8: Percentagem de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário optimista. ....	155
Tabela 6.9: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao <i>broker</i> no cenário intermédio. ....	156
Tabela 6.10: Projecção do número de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário intermédio. ....	156
Tabela 6.11: Percentagem de exames leiloados no <i>broker</i> no cenário intermédio. ....	157
Tabela 6.12: Matriz inicial para determinação de volume de informação envolvido na realização de exames imagiológicos. ....	158
Tabela 6.13: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do <i>data center</i> no cenário pessimista. ....	159
Tabela 6.14: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do <i>data center</i> no cenário optimista. ....	159
Tabela 6.15: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do <i>data center</i> no cenário intermédio. ....	160
Tabela 6.16: Projecção de evolução de custos de componentes da infra-estrutura de telecomunicações a 2, 34 e 155 Mbps [184]. ....	161
Tabela 6.17: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário pessimista. ....	162
Tabela 6.18: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário intermédio. ....	162
Tabela 6.19: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário optimista. ....	163

Tabela 6.20: Estimativa de custo por Mbps anual em cada um dos cenários considerados. ....	163
Tabela 6.21: Estimativa de evolução de preços para realização de exames de imagiologia no Serviço Nacional de Saúde em convenção. ....	164
Tabela 6.22: Estimativa de preços e co-pagamentos para as convenções do SNS em 2011 e sua proporção percentual. ....	164
Tabela 6.23: Identificação de <i>fees</i> e factores de distribuição entre os participantes nos diferentes cenários. ....	165
Tabela 6.24: Projectão de custos de desenvolvimento e manutenção do sistema nos diferentes cenários. ....	166
Tabela 6.25: Estrutura de custos para implementação do <i>data center</i> do <i>broker</i> no cenário pessimista. ....	168
Tabela 6.26: Estrutura de custos para implementação do <i>data center</i> do <i>broker</i> no cenário intermédio. ....	169
Tabela 6.27: Estrutura de custos para implementação do <i>data center</i> do <i>broker</i> no cenário optimista. ....	170
Tabela 6.28: Resultados antes de juros, impostos, deduções e amortizações para os três cenários considerados. ....	171
Tabela 6.29: Demonstração de resultados. ....	173
Tabela 6.30: Avaliação na perspectiva de projecto. ....	173
Tabela C.1: Mapa de <i>cash flow</i> previsional. ....	203
Tabela C.2: Plano de financiamento. ....	203
Tabela C.3: Activo. ....	204
Tabela C.4: Passivo. ....	204
Tabela C.5: Capital Próprio. ....	204

## Índice de Acrónimos

ACR	<i>American College of Radiology</i>
ATNA	<i>Audit Trail and Node Autentication</i>
BPEL	<i>Business Process Execution Language</i>
CA	<i>Certification Authority</i>
CAD	<i>Canadian Dollar – Dólar Canadano</i>
DICOM	<i>Digital Imaging COMunication</i>
EBP	<i>Evidence Based Practice</i>
ESR	<i>European Society of Radiology</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HFZ	<i>Hospital Dr. Francisco Zagalo – Ovar</i>
HIMSS	<i>Health and Information Management System Society</i>
HIS	<i>Hospital Information System</i>
HL7	<i>Health Level 7</i>
IEETA	<i>Instituto de Engenharia Electrónica e Telemática de Aveiro</i>
INE	<i>Instituto Nacional de Estatística</i>
INFOBIOMED	<i>Biomedical Informatics to Support Individualized Care</i>
INFOGENMED	<i>Integrating genetic and medical information for health applications</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
JCAHO	<i>Joint Comission for the Accreditation of Healthcare Organizations</i>
Mbps	<i>Megabit por Segundo</i>

MCDT	<i>Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica</i>
MCG	<i>Médico de Clínica Geral</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
OMS	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
PACS	<i>Picture Archiving and Communication System</i>
PIB	<i>Produto Interno Bruto</i>
PKI	<i>Public Key Infrastructures</i>
RIS	<i>Radiology Information System</i>
RM	<i>Ressonância Magnética</i>
RTS	<i>Rede Telemática de Saúde</i>
RX	<i>Raio-X</i>
TAC	<i>Tomografia Axial Computorizada</i>
TAT	<i>Turn Around Time</i>
TIR	<i>Taxa Interna de Rentabilidade</i>
TLS	<i>Transport Layer Security</i>
VAL	<i>Valor Atualizado Líquido</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
XDS	<i>Cross Enterprise Document Sharing</i>
XDS-I	<i>Cross Enterprise Document Sharing for Imaging</i>

# Capítulo 1

---

## 1 Introdução

Nos últimos 50 anos os avanços das tecnologias de informação e comunicação trouxeram novos instrumentos à prática clínica decorrentes da capacidade de registar e processar informação médica sob a forma digital. Desta confluência nasceu aquilo que é hoje comum chamar telemedicina.

Entre os domínios abrangidos pelo conceito global de telemedicina sobressai a teleradiologia, que consiste na capacidade de obter imagens num local, transmiti-las à distância e visioná-las remotamente para efeitos de diagnóstico ou consulta, bem como a interacção com pacientes e outros clínicos.

A aplicação deste conceito veio abrir a possibilidade de reorganizar os serviços de saúde, colmatando deficiências e corrigindo assimetrias na sua prestação. Tornou-se possível também racionalizar a utilização de equipamento e a forma como os exames por este criados são tratados pelos profissionais de saúde, bem como as interacções com os pacientes.

No entanto, a massificação dos serviços de saúde e, nomeadamente, dos serviços imagiológicos, tem implicações na forma como estes actores se relacionam entre si. Nem sempre são adoptadas as melhores estratégias, sendo os processos uma mera adaptação da forma tradicional de trabalho, sem potenciar as soluções mais adequadas do ponto de vista tecnológico.

Como consequência e para garantir uma adequada qualidade de serviço aos pacientes, torna-se necessário um maior investimento em equipamento, em recursos humanos e na infra-estrutura subjacente à prestação de serviço.

No entanto, verifica-se que nunca é questionada a forma como o processo de prestação do serviço é realizado nem, tão pouco, a forma como a tecnologia pode suportar uma mudança de paradigma e de orientação estratégica do sistema subjacente à prestação do serviço.

A partir do momento em que não é questionada a orientação estratégica fundamental do sistema, a forma como os participantes se interrelacionam e a racionalidade com que os recursos são utilizados, está aberta a porta para que se entre numa espiral descontrolada que exige sempre mais e mais recursos, sejam eles humanos, materiais ou financeiros.

Com base nestes pressupostos, com esta tese pretende-se demonstrar que é possível, mediante a aplicação dos conceitos de telemedicina, nomeadamente de teleradiologia, otimizar os processos de funcionamento de saúde, reorganizando-os e agilizando-os, de forma a racionalizar a utilização dos recursos referidos.

Com a introdução destas alterações pretende-se demonstrar ainda que é possível concretizar um conjunto de objectivos estratégicos que passam por factores como a redução das assimetrias na prestação do serviço, a redução do custo total do exame e dos seus componentes, a optimização da utilização do equipamento e a satisfação do paciente e dos profissionais de saúde envolvidos no processo.

## **1.1 Motivação e objectivos**

A motivação para a realização deste trabalho partiu da constatação da existência de fortes assimetrias no que toca à prestação de cuidados de saúde. Esta percepção surgiu como particularmente vincada na área da radiologia, sendo que esta envolve uma elevada complexidade técnica, do ponto de vista dos recursos humanos, e tecnológica, do ponto de vista do equipamento.

A partir desta percepção inicial, procurou-se caracterizar quantitativamente esta assimetria e o impacto desta problemática em termos de prestação de cuidados de saúde aos pacientes [1].

Esta caracterização envolveu dimensões territoriais, populacionais e económicas, sendo analisadas soluções e modelos operacionais passíveis de serem adoptados.

Entre o conjunto de soluções propostas, umas baseadas em soluções funcionais, outras baseadas em soluções tecnológicas, ressalta a possibilidade de criação de um mercado de imagens médicas. Este mercado faz o encontro entre compradores e vendedores de serviços de teleradiologia com base em factores como preço, tempo e qualidade da interpretação das imagens do exame entretanto criado.

Pretende-se identificar qual a melhor arquitectura e modelo operacional de sistemas de informação que permita a concretização de um mercado electrónico que mitigue o problema da assimetria na distribuição do pessoal clínico, respeitando e analisando os problemas subjacentes de natureza tecnológica, clínica e regulamentar.

Para além deste problema, pretende-se beneficiar o paciente com a redução de preços proporcionada por uma maior eficiência na concretização do processo de interpretação de imagens, resultante da obtenção de resultados utilizando menos recursos, e pela introdução de concorrência entre os prestadores de serviço.

Pretende-se ainda acelerar o processo de interpretação, para que o comprador do serviço, assumindo que se trata de um médico de clínica geral, tenha o trabalho realizado o mais rapidamente possível, com garantias de qualidade do serviço efectuado, e com benefícios do ponto de vista clínico e económico para o paciente e para si próprio.

Igualmente, ao estimular a catalização do mercado, um dos objectivos passará pela eliminação da necessidade de duplicação de realização de exames (com claros benefícios fisiológicos e económicos para o paciente) e pela racionalização da utilização do equipamento imagiológico existente.

Finalmente, são apresentados três cenários em que se pretende comprovar que o mercado a ser criado é auto-suficiente, podendo num prazo máximo de 5 anos ser capaz de gerar receitas que rentabilizem a criação de uma entidade gestora do mercado e de todos os seus componentes infra-estruturais.

Em resumo, o objectivo principal desta tese é investigar, propor e desenvolver uma “Arquitectura de suporte à criação de um mercado electrónico de serviços de teleradiologia”.

## **1.2 Metodologia**

A concretização dos objectivos anteriormente elencados passou por diferentes estádios de maturação, tendo partido de uma perspectiva geral sobre o funcionamento do sistema de saúde português, identificando actores, processos, procedimentos e fluxos de informação, bem como os sistemas de informação que os suportam [2].

Foi possível compreender a forma como as instituições interagem e as trocas de informação que ocorrem, quer sob o ponto de vista administrativo e financeiro, quer sob o ponto de vista clínico, possibilitando a elaboração de uma arquitectura geral de processos suportados pelos sistemas de informação de saúde [3].

Para refinar o processo de observação, foram efectuadas análises do caso português em comparação com outros sistemas de informação de saúde a nível mundial utilizando matrizes de organizacionais [4], que permitiram concluir acerca da complexidade e das deficiências na utilização de sistemas de informação, seja do ponto de vista dos sistemas, seja do ponto de vista do utilizador.



Uma análise mais detalhada do funcionamento dos sistemas de informação clínica, permitiu desenvolver um esboço teórico de implementação de um sistema regional de registos electrónicos de paciente [5], tendo resultado da realização deste esboço duas interpretações.

A primeira, do ponto de vista comportamental, que a grande resistência por parte do pessoal clínico à utilização de sistemas de informação se tem vindo a esbater, fruto de novas abordagens ao ensino dos sistemas de informação na prática clínica, nomeadamente nos novos cursos de medicina entretanto criados [6].

A segunda, do ponto de vista económico e geográfico, que existem a nível regional grandes assimetrias na distribuição de pessoal clínico face a uma distribuição relativamente equitativa de equipamento, tendo em conta a riqueza gerada em cada região.

Aprofundado a análise desta segunda observação para o nível nacional e tornando-a mais específica para o caso da radiologia, verificou-se que existia, de facto, entre os profissionais do sector a percepção de uma clivagem acentuada da distribuição dos profissionais entre as regiões do interior e do litoral português, sem que tal se verificasse para a distribuição de equipamento imagiológico.

A verificação no terreno destas assimetrias e clivagens foi proporcionada no seguimento de uma oportunidade de trabalho de consultoria, no qual foi realizado um trabalho de planeamento da implementação e gestão de operação de um laboratório digital de imagem, incluindo uma plataforma de PACS - *Picture Archiving and Communication System* e um conjunto alargado de modalidades de aquisição de imagem médica [7].

Esta oportunidade permitiu o contacto com a realidade hospitalar e a validação da percepção de que existiam dificuldades na prestação de cuidados de saúde radiológicos entre a sua realização e a sua interpretação (*workflow*), bem como a validação da existência de assimetrias evidentes na distribuição geográfica de radiologistas, conduzindo ambos os factores a uma utilização não-racional do parque de equipamento imagiológico instalado.

Ao mesmo tempo que se desenvolviam estudos estatísticos que validavam a percepção inicial de existência de assimetrias [8] foram sendo desenvolvidos os primeiros estudos que permitissem nivelar estas assimetrias [9] e que foram sendo sucessivamente aperfeiçoados com a introdução de desenvolvimentos técnicos [10], baseados em requisitos funcionais identificados a partir do contacto com os utilizadores [11].

Estes estudos foram desenvolvidos com base na criação de um conjunto de quatro cenários que variam numa matriz bidimensional de aplicação de tecnologia e gestão de recursos humanos. Ao trabalhar simultaneamente estas duas variáveis, chegou-se ao conceito de “Mercado de Imagens” suportado num *broker* electrónico que aproxima os participantes no *workflow*.

Procurou-se então demonstrar que a introdução de uma “arquitetura de suporte à criação de um mercado electrónico de serviços de teleradiologia” [12] permitiria atenuar a assimetria anteriormente apresentada, otimizando o processo de cuidados de saúde radiológicos.

Como suporte ao desenvolvimento do conceito de *broker*, e tendo em vista a sedimentação de conceitos e um melhor conhecimento das normas e interligação dos sistemas de informação imagiológicos, foram efectuados trabalhos na área da integração de dados entre a bioinformática e a radiologia [13], tendo igualmente colaborado de forma permanente em projectos da União Europeia [14].

O acompanhamento destes projectos ao nível da União Europeia, bem como o acompanhamento de projecto a nível nacional [15-17] permitiram compreender quais as melhores práticas de integração a nível da saúde, quer a nível tecnológico, quer a nível administrativo.

A colaboração nestes projectos permitiu também compreender melhor quais os requisitos para uma (eventual) livre circulação de pacientes e profissionais de saúde a nível de União Europeia, bem como compreender melhor a emergência do paradigma de *nighthawk radiology*, que sustenta de um ponto de vista teórico o conceito de mercado electrónico de serviços em teleradiologia, e cuja evolução o autor tem acompanhado ao longo da redacção desta dissertação.

Depois de analisar aprofundadamente os processos de negócio tradicionais, procedeu-se à sua adaptação para os mercados electrónicos, tendo-se procedido à implementação dos requisitos [11], procedendo-se então à apresentação de uma arquitectura-base de processos [12].

Esta arquitectura-base de processos serviu de suporte ao desenvolvimento de um protótipo demonstrador da viabilidade da implementação técnica do *broker* de serviços.

Este protótipo é baseado em Java 2 Enterprise Edition, Web Services, utilizando um servidor aplicacional Glassfish/NetBeansIDE para desenvolvimento e execução, com MySQL como motor da base de dados, sendo que os utilizadores acedem ao *broker* mediante um *gateway* local (Java Desktop Application) desenvolvida em Java Swing.

O *broker* tem neste momento um conjunto de 5 processos desenhados e implementados para um conjunto de 10 utilizadores tipo que simulam o funcionamento de um mercado de imagens.

Desde a sua criação (em Setembro de 2009) até à data foram executadas cerca de 250 transacções teste para validação de funcionamento e verificação de viabilidade do sistema, bem como da aplicabilidade do modelo de negócio que se lhe encontra associado.

Finalmente, para validação da viabilidade económica de uma entidade gestora do *broker* de serviços, foi efectuado um plano de negócios detalhado a 5 anos de funcionamento, com três cenários alternativos, em que se pretende demonstrar o modelo de negócio subjacente e os fluxos financeiros de suporte que justificam a sua viabilidade.

### 1.3 Organização do documento

A dissertação organiza-se ao longo de mais seis capítulos, conforme pode ser observado na Figura 1.1.

No segundo capítulo, far-se-á uma contextualização genérica do cenário clínico, mediante a apresentação da forma como são actualmente efectuados os processos de radiologia/teleradiologia e como estes podem ser influenciados pela introdução de um *broker* de serviços de interpretação entre o prestador (vendedor) e o comprador.

O terceiro capítulo, constituído por uma introdução à problemática da assimetria de distribuição de especialistas em radiologia e subaproveitamento de equipamento de imagiologia, seguida de uma análise do impacto da utilização das plataformas e mercados de teleradiologia na minimização do problema.

O quarto capítulo é dedicado à identificação dos requisitos e à descrição das tecnologias e arquitecturas mais relevantes para a implementação de um *broker* de serviços, que resolva os problemas anteriormente identificados, nomeadamente, a forma mais adequada de introduzir o *broker* no fluxo de processamento de imagens médicas, otimizando a produtividade e a rentabilização do equipamento disponível.

O quinto capítulo descreve a implementação técnica do *broker* e dos casos de utilização, tendo em conta o *status quo* e efectuando o mínimo de alterações possível na actual infraestrutura. A partir do protótipo apresentado, são efectuadas reflexões face ao trabalho realizado tendo em vista integrações futuras passíveis de serem efectuadas com outros intervenientes no processo.

No sexto capítulo procede-se à análise, para o caso português, dos processos de negócio de teleradiologia, mediante a selecção de um conjunto dos casos de utilização anteriormente descritos, procedendo à análise do impacto económico da implementação de um conjunto coerente de processos que permitam demonstrar as mais-valias enunciadas no início da tese.

Finalmente no sétimo e último capítulo, apresentam-se as principais contribuições, sintetizam-se algumas conclusões e apresentam-se ideias para trabalho futuro.

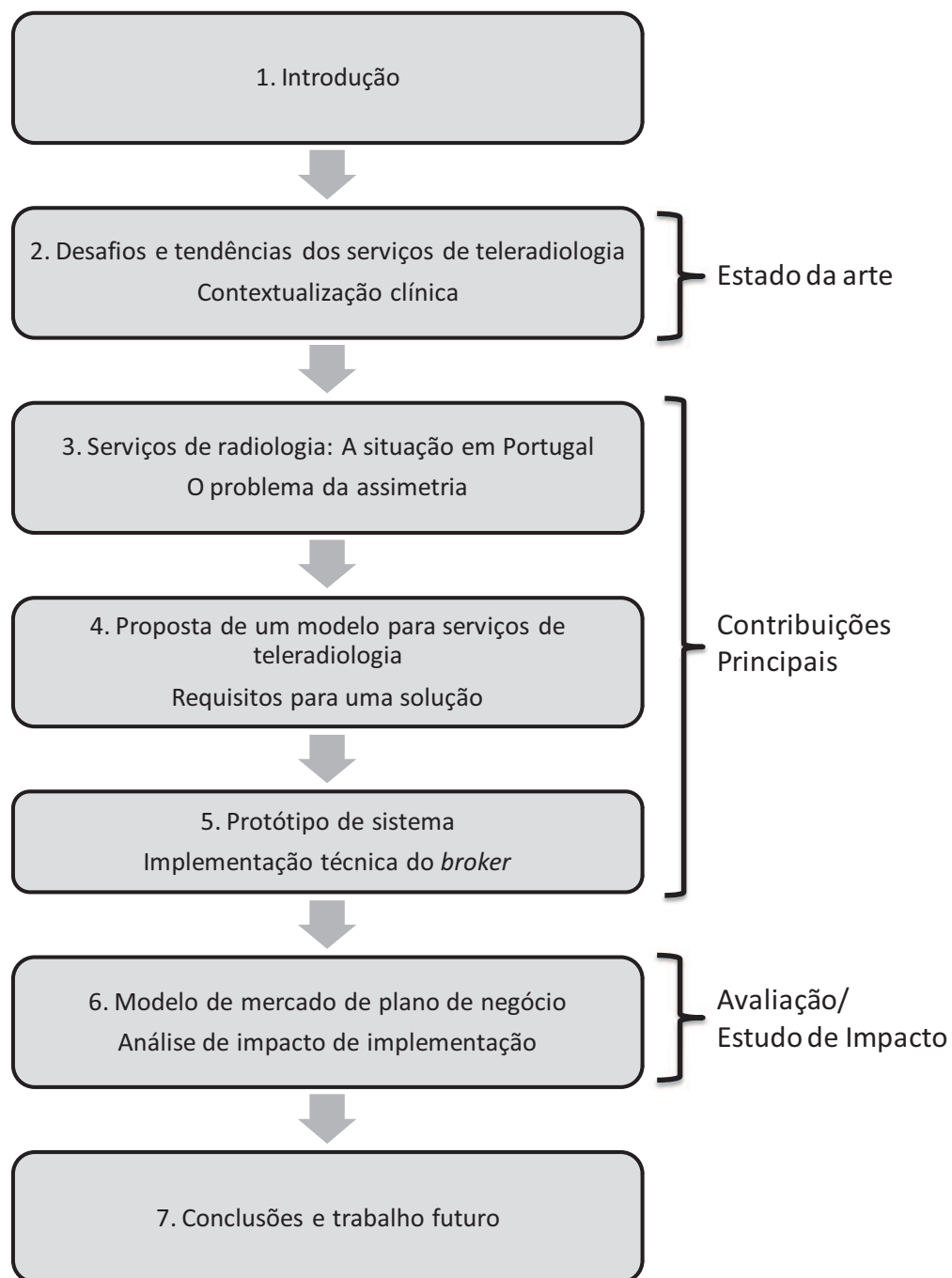


Figura 1.1: Organização do documento.



# Capítulo 2

---

## 2 Desafios e tendências dos serviços de teleradiologia

A teleradiologia surge como uma evolução da telemedicina que por sua vez recebeu múltiplos contributos de diferentes áreas como a saúde, as telecomunicações, as ciências da computação e até a própria economia.

Com este capítulo, pretende-se compreender a origem da telemedicina, a sua evolução até aos dias de hoje e a forma como da telemedicina se chegou à teleradiologia. Uma vez compreendida esta evolução, registada na segunda metade do século passado, prosseguimos com uma análise das diferentes áreas que são tributárias da teleradiologia e que contribuem para o seu desenvolvimento.

Segue-se uma análise do *modus operandi* dos sistemas de teleradiologia a nível global, nos Estados Unidos, na Europa e em Portugal, procurando pontos de contacto e diferenças no modo de actuar em função de aspectos culturais, sociais e económicos.

Coloca-se então um conjunto de questões detectadas ao longo do processo de revisão bibliográfica sob os pontos de vista tecnológico, clínico, económico, ético e legal, que condicionarão o desenvolvimento futuro dos sistemas de teleradiologia.

Finalmente, na última secção, sumarizam-se as questões anteriormente levantadas que nos ajudarão a estabelecer as principais linhas de orientação do trabalho desenvolvido. Serão ainda introduzidas as questões de assimetrias regionais a serem tratadas no capítulo seguinte.

## 2.1 Perspectiva histórica

### 2.1.1 Origem e evolução da telemedicina

Pode-se considerar que passou a existir telemedicina a partir do momento que Alexander Bell patenteou o telefone e dois profissionais de saúde efectuaram uma conversa telefónica. No entanto, de um ponto de vista mais formal podemos localizar no início dos anos 30 do século XX as primeiras iniciativas estruturadas neste campo [18].

Após a interrupção causada pela Segunda Guerra Mundial, e tirando partido dos progressos tecnológicos que esta proporcionou em todos os campos, nomeadamente nas telecomunicações, sistemas computacionais e sistemas de videoconferência (e que rapidamente se disseminaram para a sociedade civil), podemos localizar no início dos anos 60 a realização das primeiras consultas com transmissão de imagens médicas no âmbito da radiologia, patologia e dermatologia. Estas consultas foram evoluindo ao longo dos anos 60 e 70, sem que no entanto deixassem de sofrer de dois graves problemas na transmissão da informação e imagens: o baixo contraste e a baixa resolução espacial.

Sendo estes sistemas baseados em transmissão de imagens por televisão, os aspectos logísticos e os elevados custos de instalação foram factores limitativos da sua massificação e evolução [19].

Em substituição dos sistemas baseados em televisão, começaram a surgir no início dos anos 70, sistemas computacionais que, após a recolha, agregação e armazenamento das imagens, procediam ao envio das imagens para o destinatário, eliminando a necessidade de sincronismo, num paradigma de utilização designado por “*store and forward*”. Este princípio, base de muitas aplicações de telemedicina, entre as quais a telemetria de dados, substituiu com vantagem o visionamento face a face ou o contacto entre partes, podendo ser utilizado em múltiplas vertentes da telemedicina como, por exemplo, a teleradiologia e a teledermatologia.

No início dos anos 80 começaram a surgir os primeiros sistemas integrados de telemedicina que, para além de procederem ao envio e recepção de imagens, também permitiam a sua captura, digitalização, selecção e transferência para o sistema do interlocutor remoto. No entanto, estes ainda demonstravam várias limitações em termos da qualidade clínica das imagens captadas e apresentavam dificuldades na escalabilidade para satisfazer os utilizadores profissionais de grande dimensão, devido à dificuldade em gerir as imagens capturadas.

O início dos anos 90 vê a telemedicina como uma área com grande potencial de crescimento mas condicionada por aspectos como o custo dos sistemas computacionais utilizados, a baixa largura de banda e elevados custos dos canais de comunicações e a má

qualidade das imagens captadas, o que fazia com que um desenvolvimento tecnológico promissor não se massificasse [20].

Em meados dos anos 90, com a vulgarização da utilização da internet e a redução significativa dos custos de comunicações, seguido de um grande incremento da capacidade computacional dos sistemas, começa-se a ultrapassar os factores condicionantes da disseminação da utilização da telemedicina e das suas diferentes aplicações.

Igualmente no campo médico, a introdução de sistemas de arquivo e comunicação de imagens potenciou a captura de imagens digitais de forma directa e a visualização de imagens médicas em estações de trabalho computadorizadas, permitindo a manipulação de grandes volumes de dados.

Conjuntamente, estes factores permitiram contornar, de uma forma simplificada e económica, as questões associadas à gestão de imagens e a degradação da sua definição aquando da transmissão. No entanto, o problema da compressão dos dados só começou a ser resolvido de uma forma aceitável com o surgimento de algoritmos de compressão avançados “*wavelet compression*” [20].

O desenvolvimento dos serviços de telemedicina induziu um conjunto de alterações na prática da medicina, contribuindo para tornar os cuidados especializados mais acessíveis em regiões desfavorecidas, especialmente no caso de falta de especialistas qualificados numa determinada área. Igualmente, consultas remotas via vídeo aliviaram os custos e o sofrimento associado à deslocação de pacientes em locais remotos. Para além disso, os sistemas de vídeo-conferência apresentam possibilidades múltiplas de formação e treino continuado para especialistas mais isolados sob o ponto de vista geográfico [18].

No entanto, algumas barreiras deverão ser ultrapassadas antes que todos os benefícios da telemedicina sejam potenciados. Desde logo, continuam a existir reservas por parte de alguns elementos da classe médica em relação à prática de telemedicina de uma forma sistemática, sendo esta ainda encarada como uma prática secundária ou desprestigiante. Existe igualmente um receio generalizado de quebra de confidencialidade e de confiança na relação médico - paciente caso esta seja desenvolvida via telemedicina [21].

O principal problema continua a residir na falta de integração entre sistemas de informação que permitam que as diferentes instituições envolvidas no fornecimento do serviço possam, de uma forma transparente, realizar o serviço de uma forma eficaz e sem obstáculos de ordem técnica para os profissionais de saúde envolvidos [22].

A concretização desta integração de sistemas, nomeadamente em termos de sistemas de informação, permitiria passar para um estágio onde se vulgarizaria a telemedicina nos processos de prestação de cuidados de saúde, tornando-a uma parte integrante do sistema e não um facto extraordinário.



### 2.1.2 O caminho até à teleradiologia

Se a telemedicina consiste na utilização de sistemas de informação e comunicações para fornecer cuidados médicos à distância de forma a obter avaliação, diagnóstico e tratamento de pacientes, a teleradiologia pode ser considerada como um subconjunto da telemedicina, onde a imagem é capturada, processada e enviada do local onde se procedeu ao exame radiológico para um especialista médico (i.e. o radiologista), localizado remotamente. Este, após proceder à leitura da imagem (que não deverá encontrar-se degradada por forma a impedir o diagnóstico), efectua a interpretação, escrevendo um relatório, que envia para o local onde foi realizado o exame, onde outro médico efectuará o tratamento prescrito, caso seja aconselhável [23].

Dada a importância das qualificações do médico radiologista que efectua a leitura, diagnóstico e interpretação do exame realizado, e encontrando-se estes frequentemente adstritos a grandes hospitais localizados em grandes áreas metropolitanas, a sua presença nos pequenos centros urbanos ou nas regiões rurais nem sempre é viável em termos logísticos e económicos. Uma das soluções potenciais tem passado pelo fornecimento de serviços de interpretação de imagens radiológicas mediante a prestação de consultas radiológicas por via da telemedicina, no que normalmente se designa por teleradiologia [24].

O recurso à teleradiologia permite concretizar um conjunto considerável de objectivos acrescidos à prática tradicional da radiologia. Fundamentalmente, e caso a instituição que o pratica esteja devidamente articulada com outros prestadores de serviço mais qualificados, permite estender de forma significativa as competências da instituição. Igualmente, permite, nos casos de escassez de recursos, providenciar a cobertura alargada do serviço, 24 sobre 24 horas, sem que seja necessário proceder a chamadas de emergência. Permite ainda a implementação de mecanismos de arquivo de imagens, promovendo poupanças de espaço e de pessoal, e gerando eficiências na gestão do arquivo de imagens [25].

### 2.1.3 O sistema de teleradiologia

Para que um sistema de teleradiologia funcione convenientemente, incrementando a qualidade de serviço e permitindo poupanças de tempo e dinheiro, necessita que os diversos componentes se articulem com outros mecanismos como bases de dados, sistemas de imagem, redes de telecomunicações, sistemas de informação hospitalar (HIS – *Hospital Information System*) e radiológico (RIS – *Radiology Information System*).

O sistema de arquivo e comunicação de imagens (PACS – *Picture Archiving and Communication System*) é uma plataforma que suporta diferentes modalidades de imagem médica. Estes sistemas incluem uma área de armazenamento para imagens, uma base de dados de apoio e um interface normalizado de comunicação com outros sistemas, conforme podemos ver representado na Figura 2.1. Dispõe ainda de serviços de pesquisa,

consulta e manipulação de imagens médicas e dados relevantes associados, o que tem permitido nos últimos anos substituir, com vantagens do ponto de vista clínico, económico e ambiental o tradicional sistema analógico baseado em película [26, 27].

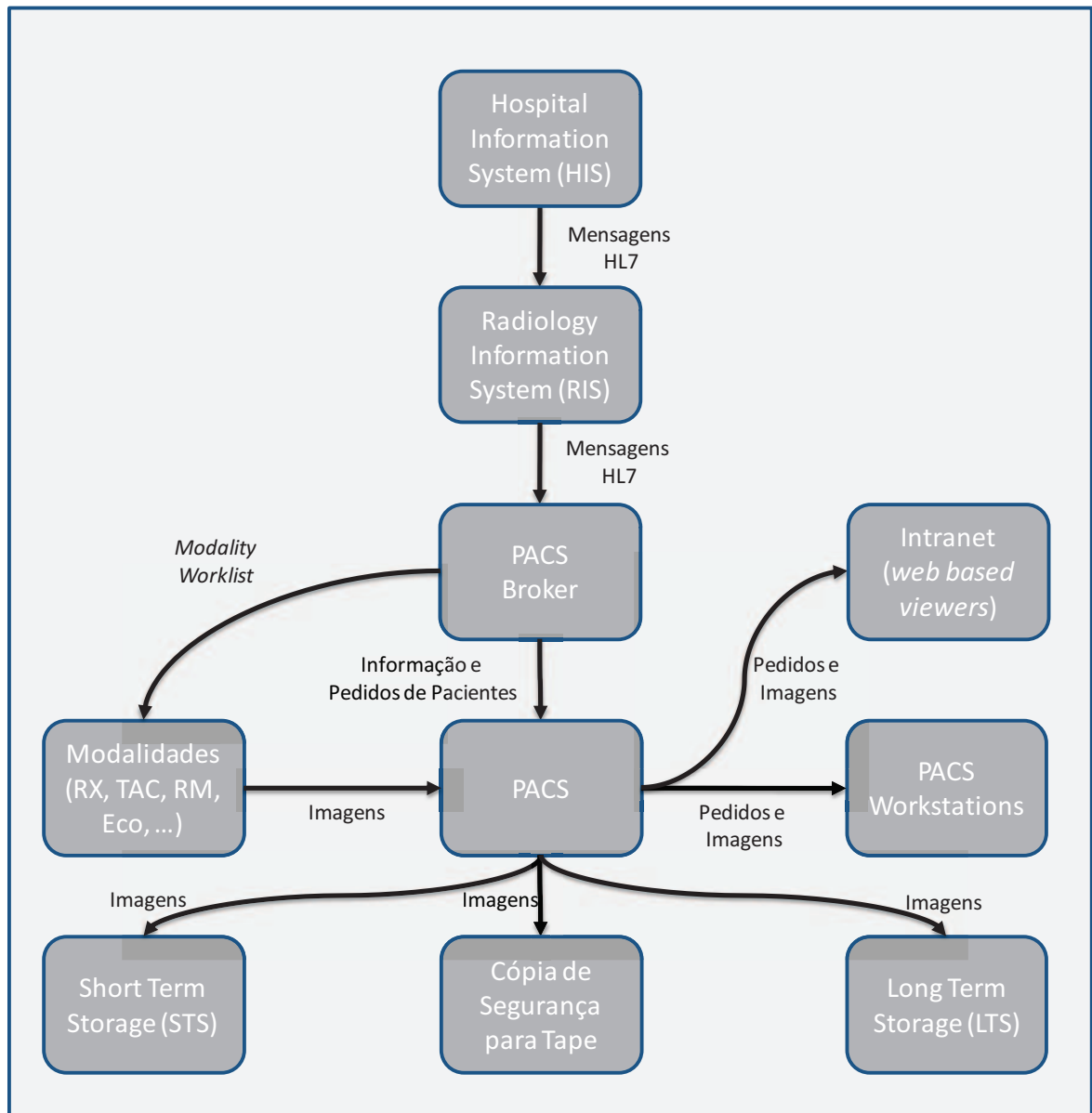


Figura 2.1: Esquematização de componentes de um PACS.

Actualmente, a norma de imagem utilizada na esmagadora maioria dos sistemas PACS é o DICOM (*Digital Imaging COMunication*), na sua versão 3 [28]. Este protocolo define a estrutura de codificação de dados e de mensagens que permite a troca de informação entre as diferentes entidades que integram um laboratório digital de imagem. Está desenhado de forma a garantir a interoperabilidade dos sistemas clínicos utilizados para produzir, armazenar, mostrar, processar, enviar, aceder, questionar e imprimir imagens médicas e respectivos documentos estruturados, bem como o respectivo *workflow* a que se encontram

associadas [29]. Foi desenvolvido originalmente pelo ACR (*American College of Radiology*) em conjunto com o NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), que actualmente gere as suas operações diárias e detém o *copyright* da norma.

Em complementaridade com um PACS existe geralmente um sistema de informação de radiologia (RIS) que, integrado com o sistema de gestão de informação hospitalar (HIS), permite gerir o agendamento de pacientes, estudos e resultados. A integração entre o PACS e o RIS é normalmente efectuada por um sistema intermediário (*broker*) colocado entre ambos e que funciona como um tradutor, dado que o HIS e o RIS utilizam mensagens HL7. O HL7 (Health Level 7) foi introduzido pelo HIMSS (*Healthcare and Information Management Systems Society*) e permite a comunicação entre os sistemas de informação da saúde e outros componentes do sistema [30].

Alternativamente, o PACS e o RIS podem ser totalmente integrados, promovendo-se a tradução da informação num dos lados, ou do lado do sistema de informação RIS ou do lado do servidor de imagens PACS. Existem ainda sistemas monolíticos que incluem na mesma plataforma todas as características e funcionalidades de um PACS e de um RIS. Uma integração perfeita entre o RIS e o PACS permite uma automatização da gestão de listas de trabalho (*modality worklists*), com vantagens para os utilizadores, dado que a informação apenas tem que ser inserida por uma única vez no sistema, ficando imediatamente disponível no PACS e na modalidade, reduzindo os erros e o número de estudos órfãos [31].

Os laboratórios digitais de imagem médica dispõem de um conjunto de modalidades responsáveis pela realização do procedimento imagiológico e consequente produção de imagem. Muitos destes dispositivos disponibilizam uma saída digital de dados como, por exemplo, os tomógrafos axiais computadorizados, as ressonâncias magnéticas e os ecógrafos. Outros equipamentos como, por exemplo, o raio-X convencional não dispõem de saída digital e os elementos analógicos de suporte necessitam de ser digitalizados. A informação produzida pelas modalidades é enviada para o PACS com recurso ao protocolo de comunicações DICOM. Nesta unidade centralizada de armazenamento, estes são registados na base de dados e ficam automaticamente acessíveis para visualização por parte dos médicos radiologistas e outros.

A qualidade da interligação entre os elementos de rede apresentados anteriormente está dependente do tipo de infra-estrutura seleccionada para os conectar, nomeadamente entre o terno: modalidades, arquivos e estações de diagnóstico. Neste cenário de manipulação de grandes volumes de dados é exigida uma rápida interligação entre os diversos elementos e instituições. No interior das instituições, a infra-estrutura de rede é usualmente baseada em canais de fibra óptica ou redes estruturadas com capacidade mínima de 100 Mbps. Em comunicações interinstitucionais, as comunicações são tipicamente baseadas em infra-estruturas públicas de telecomunicações.

Assim, é possível efectuar uma gestão mais eficaz das imagens, que podem ser captadas, arquivadas e distribuídas de forma electrónica, tendo os elementos clínicos acesso instantâneo e simultâneo mediante a utilização, por exemplo, de um simples *browser* Web [32, 33].

Na implementação da prática da teleradiologia, para além da necessária existência de imagens em formato digital, outros elementos são imprescindíveis. Desde logo uma rede de telecomunicações para proceder à transferência de informação entre locais geograficamente dispersos. Para outro lado, o radiologista que procede à análise do exame e envia o relatório de volta, necessita de alguma forma de armazenar e visualizar o exame do seu lado, bem como necessita de ter capacidade para organizar a informação recebida e a lista de trabalho pendente.

Ora, a introdução de plataformas de teleradiologia aumenta a velocidade com que a interpretação das imagens radiológicas é efectuada, permitindo a expansão dos serviços radiológicos para locais remotos e a visualização simultânea de imagens. No entanto, verifica-se que ainda não se estendeu a integração do fluxo de trabalho até ao ponto de permitir a articulação dos relatórios de exames com as imagens e as listas de trabalho.

Igualmente, a teleradiologia apresenta outras características particulares nomeadamente ao tornar o processo e os seus participantes inteiramente dependentes da tecnologia e de um investimento inicial significativo de capital [34], o que pode fazer com que se crie um fosso entre “*have*” e “*have nots*”, aprofundando diferenças e alargando a questão do fosso digital entre comunidades [35].

## **2.2 Desenvolvimentos recentes**

Diversas áreas influenciam directamente o desenvolvimento da teleradiologia, nomeadamente a saúde, as ciências da computação, a economia e as telecomunicações. Nesta secção iremos analisar os desenvolvimentos mais recentes.

### **2.2.1 Saúde**

Sendo esta uma área central, existem três factores que devem ser tidos em atenção quando verificamos a sua evolução recente, nomeadamente no que diz respeito à radiologia.

O primeiro factor está associado com a evolução tecnológica do equipamento radiológico e com a vulgarização da sua disponibilização associado com o envelhecimento populacional e aumento da necessidade de cuidados clínicos. Em conjunto, ambos têm levado a um aumento significativo do número de imagens radiológicas produzidas e que, necessariamente, têm induzido um aumento da carga de trabalho por parte dos radiologistas e técnicos de radiologia disponíveis no sistema de saúde [36].

O segundo, relaciona-se com a tendência para a estagnação no número de radiologistas, que já se verifica nos Estados Unidos [37, 38], e cuja tendência se começa a desenhar em Portugal conforme se constata dos valores anuais do INE (Instituto Nacional de Estatística) [39] para os anos de 2002 a 2008 representados na Tabela 2.1, que, aliado ao crescimento do número de exames referido anteriormente, exige um repensar dos mecanismos de operação dos processos de realização e leitura dos exames radiológicos.

Tabela 2.1: Dados estatísticos entre 2002 e 2008 relativos a profissionais de saúde, radiologistas, actos e equipamento imagiológico.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>População</b>	10.407.465	10.474.685	10.529.255	10.569.592	10.599.095	10.617.575	10.627.250
<b>Médicos</b>	33.751	34.440	35.213	36.138	36.924	37.904	38.932
<b>Radiologistas (Obs. 1)</b>	732	739	756	756	762	772	801
<b>Total de actos imagiológicos</b>	7.466.348	7.925.999	8.660.860	8.525.939	8.536.107	9.278.270	9.751.895
<b>Total de equipamento</b>	616	595	632	624	617	653	658
Obs. 1 - Contagem relativa a médicos inscritos no Colégio de Radiodiagnóstico da Ordem dos Médicos. Fonte: Instituto Nacional de Estatística							

Destes valores podem ser retirados um conjunto de relações entre o número de radiologistas e as diferentes variáveis, representados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Relação entre o número de radiologistas e as diferentes variáveis analisadas.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Radiologistas/100.000 habitantes</b>	7,03	7,06	7,18	7,15	7,19	7,27	7,54
<b>Radiologistas/1.000 médicos</b>	21,69	21,46	21,47	20,92	20,64	20,37	20,57
<b>Radiologistas/1.000.000 imagens</b>	98,04	93,24	87,29	88,67	89,27	83,21	82,14
<b>Radiologistas/100 equipamentos</b>	118,83	124,20	119,62	121,15	123,50	118,22	121,73

Daqui se conclui que o aumento de imagens, para além de ser causado pela evolução em termos de equipamento, está também associado à alteração da prática clínica apoiada numa utilização mais sistemática da prática baseada na evidência (EBP - *Evidence Based Practice*). Neste contexto, verificamos que existem solicitações crescentes para que se documente a qualidade do tratamento efectuado e se melhore permanentemente a acessibilidade, a organização e a qualidade dos serviços de saúde proporcionados aos utentes.

Mais ainda, para além de se efectuar um maior conjunto de exames radiológicos, estes são alvo de uma maior análise baseada em processos de pesquisa bibliográfica e bases de

dados de artigos *peer reviewed*. Esta realidade engloba a competência de implementar as conclusões das pesquisas de investigação na actividade clínica, integrando-a nos procedimentos de decisão [40].

Da conjugação destes três factores, temos um crescimento no número de equipamentos disponíveis e um aumento no número de exames imagiológicos executados, sem que o número de radiologistas aumente na proporção, causando um aumento de carga de trabalho e de factores de *stress* para os radiologistas. Estes factores indiciam a necessidade de agilizar o processo de interpretação de imagens radiológicas, contribuindo para uma melhor qualidade de diagnóstico e para uma melhor qualidade de vida dos radiologistas, tornando esta especialidade mais atractiva e aumentando o número de radiologistas disponíveis.

### **2.2.2 Ciências da computação**

Em 1984, Peter Reichertz descreveu o estado da arte dos sistemas de informação hospitalares da época [41]. Este artigo, considerado como pioneiro na área, propunha-se descrever a situação sob a perspectiva do *software*, do *hardware*, da arquitectura e dos sistemas de informação subjacentes. Sendo fundado num conjunto de paradigmas da altura, nomeadamente que as novas tecnologias computacionais, como o aumento da capacidade de armazenamento e a introdução da fibra óptica iriam proporcionar, de uma forma concertada, melhorias incrementais nos campos do armazenamento e velocidade de transmissão dos dados, residindo a dúvida no onde e quando a explosão na sua utilização teria lugar.

Nessa descrição foram abordados os potenciais desenvolvimentos em todas as áreas da saúde que os sistemas de informação poderiam influenciar, sendo que na área da radiologia foi identificado um conjunto de tecnologias, nomeadamente na área do processamento digital de imagens que, combinando múltiplas fontes de dados digitalizados, permitiam a sua apresentação e manipulação em unidades numa só estação de trabalho, mimetizando as possibilidades dos negatoscópios com sobreposição, comparação, zoom e definição de áreas de interesse, bem como reconstrução de imagens tridimensionais.

Nesta visão, tornou-se especialmente importante a necessidade de interligação de dados originais com mecanismos (humanos e/ou automáticos), que permitiam o contacto com sistemas e operadores que suportam a decisão e a gestão de informação por parte dos utilizadores finais. Esperava-se o surgimento de um conjunto de vantagens desta interligação para explicação de factos, geração de hipóteses e aplicação de regras de decisão a dados obtidos em exames de rotina e procedimentos de diagnóstico específico.

Na evocação que fez em 2004 do 20º aniversário deste artigo, Reinhold Haux [42] discutiu as evoluções entretanto havidas e a forma como a medicina e a informática evoluíram

entretanto, analisando as consequências para o futuro do desenvolvimento dos sistemas de informação na saúde.

Entre os principais desenvolvimentos, registou-se uma alteração no paradigma da forma como a informação passou a ser processada e armazenada, passando do processo tradicional em papel para sistemas baseados em computador, com reflexos no volume de dados recolhidos.

Em termos geográficos, verificou-se uma evolução dos sistemas, que à data do primeiro artigo tinham uma natureza puramente departamental dentro da instituição, tendo passado por um processo que levou aos sistemas de informação hospitalares e, mais tarde, aos sistemas de informação na saúde regionais e globais.

No que diz respeito aos participantes, verificou-se que os utilizadores dos sistemas de informação deixaram de ser exclusivamente os profissionais (clínicos e administrativos) das instituições de saúde, para passar a incluir os pacientes e os “consumidores de serviços de saúde”.

Os dados obtidos das interações entre estes actores e armazenados nos servidores, para além da utilização tradicional para fins administrativos e clínicos, passaram a ser utilizados igualmente para planeamento dos serviços de saúde, bem como para investigação clínica e epidemiológica, depois de devidamente anonimizados.

A informação clínica armazenada, que em 1984 tinha uma natureza principalmente alfanumérica, passou a ser baseada essencialmente em imagens e, mais recentemente, em dados ao nível molecular, passando a informação a ser captada em ambientes ubíquos de computação e em tecnologias de monitorização remota.

Com base nestas alterações, o trabalho na área das ciências de computação quando aplicado à medicina deixou de estar associado com a existência de um “decisor automático” conforme era prognosticado em 1984, para estar orientado à criação de estratégias internacionais que permitam a criação de sistemas e arquitecturas trans-institucionais.

Esta reorganização dever-se-á centrar futuramente no desenvolvimento e criação de sistemas abrangentes de registos electrónicos de pacientes acessíveis a profissionais e pacientes de forma lata, sem que a confidencialidade e privacidade de dados seja comprometida.

No que diz respeito à importância da componente de imagens médicas no sistema, esta é irrefutável, sendo para o pessoal clínico um auxiliar decisivo no processo de decisão, o que justifica a democratização do seu acesso e disseminação, à medida que as modalidades imagiológicas se vão tornando cada vez mais baratas.



No entanto a troca de dados de pacientes, nomeadamente a nível de imagens, entre instituições onde os pacientes recebem cuidados de saúde continuam a ser um problema para o qual não existe uma solução consensual.

Como vimos, a arquitectura do sistema de arquivo e comunicação de imagens (PACS) teve as suas origens principalmente numa base *ad-hoc*, servindo pequenas ilhas no departamento de radiologia. Cada uma destas ilhas funcionava como um módulo independente, sendo incapaz de comunicar com outros módulos [43].

Actualmente, com a emergência de pequenos centros de imagiologia equipados com PACS, esta arquitectura é de novo uma realidade, e como resultado temos um vasto repositório de imagens e estudos armazenados localmente sem que se encontrem integrados numa *framework* integrada de partilha de imagens.

Pretendendo a teleradiologia nivelar a carga de trabalho dos radiologistas, assegurar a cobertura de áreas não servidas, reduzir listas de espera, consultar outros especialistas e cortar nos custos de prestação de serviços [44], a impossibilidade de partilha de informações situa-se num plano de inexistência de normas adequadas.

Para obviar esta situação, a comunidade composta por profissionais de saúde, investigadores e membros da indústria formou uma iniciativa designada por IHE (Integrating the Healthcare Enterprise - <http://www.ihe.net>) com o objectivo de melhorar a forma como os sistemas computacionais na saúde trocam informação e, eventualmente, alcançam uma efectiva interoperabilidade entre si.

A área da confidencialidade das imagens médicas é igualmente outro dos pontos a considerar, sendo que o processo de decisão associado com a interpretação e a responsabilização posterior devem ser assegurados na arquitectura de um sistema [45, 46] e possuir um conjunto de características que passamos a inventariar.

Só deverá ser permitido a utilização do sistema e o seu acesso a utilizadores devidamente autenticados que se torna complexo pelo facto de necessitar de compatibilizar diferentes sistemas usados pelas diferentes entidades [47].

A confidencialidade deverá garantir a negação do acesso à informação a todos os elementos ou sistemas não autorizados, devendo ainda garantir que toda a informação transmitida não é interceptada, nem é, em tal caso, perceptível pelos destinatários [48].

A integridade é percebida como a capacidade de prevenir a adulteração da informação e que, quando aplicada à transmissão de informação, deve garantir que o destinatário recebe os dados correspondentes aos emitidos, não tendo estes sofrido uma alteração aquando da sua transmissão [49].



A disponibilidade deve ser entendida como a capacidade de aceder aos dados em tempo útil e de requisitar o serviço pretendido, dependendo da existência de sistemas redundantes e da adopção de boas práticas de teste e manutenção [50].

A monitorização e não repudição devem ser entendidos como a capacidade de registar as operações para efeitos de certificação, controlo de qualidade e atribuição de responsabilidades, registando uma dada transacção de forma a impedir que um dado actor negue essa mesma intervenção. No caso de interacções efectuadas em rede, deverá existir uma impossibilidade de, depois de efectuada a transmissão, o emissor repudiar o envio e de o destinatário reconhecer a sua recepção.

As infra-estruturas de chave pública (PKI- *Public Key Infrastructures*) utilizam criptografia assimétrica para cifrar a informação e gerar assinaturas e certificados digitais. Por oposição à criptografia simétrica, que utiliza a mesma chave para cifrar e decifrar a informação, a criptografia assimétrica utiliza um par de chaves relacionadas de tal forma que, se uma for utilizada para cifrar a informação, só a outra pode ser utilizada para a decifrar. É também conhecida como criptografia de chave pública, sendo utilizada para a implementação de assinaturas digitais [51].

A criptografia de chave pública é também utilizada para a implementação de assinaturas digitais. Pretendendo A enviar uma mensagem assinada digitalmente a B, e tendo A uma chave pública e uma chave privada atribuídas, então A calcula um valor *hash* dessa mensagem, cifra-o usando a sua chave privada e envia-o juntamente com a mensagem. Quando B recebe a mensagem, usa-a para calcular o respectivo valor *hash*, decifra o valor *hash* original usando a chave pública de A e, comparando os dois, garante a origem da informação e a sua não adulteração desde essa origem.

No entanto, para que a integridade, a autenticação e a não repudição possam ser plenamente garantidas, é ainda necessário que B possua um mecanismo que lhe permita assegurar a identidade de A com base na detenção, por este, da respectiva chave privada.

A autenticação ou a identidade dos interlocutores de uma interacção é garantida com base na atribuição de certificados digitais por uma terceira parte de confiança, que se designa por autoridade de certificação (CA - *Certification Authority*). Um certificado digital relaciona a identidade de um interlocutor com a respectiva chave pública. Assim, possuindo os interlocutores A e B certificados válidos, A garante a identidade de B ao usar a chave pública constante do respectivo certificado para cifrar a informação, e B garante a identidade de A ao usar a chave pública presente no respectivo certificado para validar a respectiva assinatura.

Para tal, é fundamental que os certificados de ambos os interlocutores estejam mutuamente disponíveis, que ambos os interlocutores confiem directa ou indirectamente nas CA que os emitiram e que a respectiva autenticidade e validade possa ser plenamente assegurada.

### 2.2.3 Telecomunicações

Os avanços proporcionados pelo teorema de amostragem de Shannon-Nyquist [52, 53], que permitiram a conversão de um sinal analógico numa sequência digital que é função discreta do tempo ou do espaço, aliados à invenção do transistor que permitiram a miniaturização dos mecanismos electrónicos, desencadearam um conjunto de desenvolvimentos pós II Grande Guerra.

Como consequência destes desenvolvimentos foi possível efectuar a digitalização e processamento de sinal de equipamentos até então puramente analógicos e a transmissão desses sinais a longas distâncias utilizando para o efeito redes de telecomunicações.

A telemedicina e a teleradiologia tornam-se então um exemplo de como a convergência entre estes campos e as telecomunicações permitem uma qualidade de serviço aos pacientes que nunca tinha estado disponível anteriormente.

Ao longo da segunda metade do século XX e com particular incidência no final dos anos 90 e nos inícios desta década assistimos a um crescimento exponencial de capacidade instalada de fibra óptica e de plataformas de comunicações móveis, associado a um decréscimo assinalável dos custos de comunicações. Estes factores conduziram a uma maior democratização do acesso aos serviços de rede, para a qual contribuiu ainda a facilidade de transmissão proporcionado por protocolos comuns como o *Internet Protocol* (IP) [54].

As características das imagens médicas, que diferem de outros tipos de dados em pelo menos dois aspectos, como sejam a necessidade de transmissão de grandes volumes de dados em tempo útil e com qualidade de diagnóstico clínico, tem tornado o campo da teleradiologia fértil para o desenvolvimento de novos conceitos de soluções eficientes de transmissão. Por outro lado, um requisito que adquire importância acrescida é a utilização de serviços de segurança e confiança nas mensagens transmitidas na rede [55-57].

O acesso e/ou a revelação não autorizada de informação médica na Internet, incluindo imagens médicas, apresenta desafios singulares para as organizações envolvidas, dada a ameaça que representam para a mesma. A utilização de técnicas de encriptação deve ser utilizada para a transferência segura de informação entre instituições e garantir o acesso apenas às entidades certificadas para tal [46].

Para além disso, as organizações devem assegurar a redundância das comunicações e garantir a replicação efectiva dos mecanismos de transmissão, devendo as comunicações críticas entre instituições ser asseguradas por ligações alternativas. Estas ligações alternativas deverão, em muitos dos casos, garantir igualmente a redundância em termos de interligação de *data centers* redundantes, proporcionando um *back-up* completo do sistema [2].

## 2.2.4 Economia

A implementação massiva de fibra óptica um pouco por todo o mundo no final do século XX, forneceu a infra-estrutura necessária para que qualquer material suportado digitalmente pudesse ser fiel e expeditamente transferido para qualquer local.

A visão clássica de comércio, implicando a presença de bens físicos a serem transacionados foi rapidamente migrada para uma visão em que o comércio decorre em ambientes electrónicos, com os bens tangíveis a serem convertidos, sempre que possível, em bens intangíveis e sendo efectuadas para além da transacção comerciais de bens, transacções baseadas em conhecimento e transacções financeiras.

No livro “O mundo é plano”, Thomas L. Friedman [58] refere que este facto potenciou uma das “visões” do século XXI que é a comoditização da profissão de radiologista, passando estes a competir com base no preço, encontrando-se os restantes factores, como a capacidade de acesso à matéria-prima da profissão, neste caso os exames radiológicos, substancialmente facilitado com a sua digitalização e a sua capacidade de replicação em qualquer local e a qualquer hora. Assim, a informação passa a ficar ao dispor de um qualquer radiologista em qualquer local, podendo então produzir o relatório de interpretação a partir dos referidos exames.

Desta forma, os radiologistas, mediante a utilização de mecanismos e sistemas de teleradiologia, passam a estar ao nível dos contabilistas e do pessoal dos centros de atendimento em termos de adição de valor para o cliente final do serviço prestado, que se guia pelo factor preço, admitindo que os restantes factores como a qualificação e o acesso às fontes de informação se encontra nivelado [59].

Sendo esta visão um tanto ou quanto radical, dado que não tem em conta as barreiras legais, fiscais e médico-legais que se entepõem no caminho que vai da visão à implementação, a sua concretização já pode ser, pelo menos parcialmente, observada na implementação de mecanismos de *outsourcing* de leitura de exames imagiológicos por parte de algumas instituições de saúde. Igualmente o sistema de *nighthawking* tira partido deste princípio, sendo que as imagens criadas nos serviços de urgência nocturnos são enviadas para unidades de radiologia e interpretação de imagens utilizando mecanismos de teleradiologia, substituindo a necessidade do turno nocturno do radiologista.

Assim sendo, é previsível que dentro em breve grandes quantidades de trabalho de rotina diária dos radiologistas sejam encaminhados para este tipo de organizações, que se disponibilizam a trabalhar pelo preço mais baixo, garantindo a qualidade adequada pretendida pelo comprador, ou seja, pelo médico referenciador. O radiologista poderá encontrar-se em qualquer local, devendo no entanto ser rastreável e encontrando-se devidamente cadastrado no sistema a que pertence.

A nível global, como já vimos, verifica-se o aumento no número de imagens, proporcionado pelos novos equipamentos e pelo envelhecimento da população, bem como a estagnação do número de radiologistas disponíveis. Aliado ao facto de existir uma clara assimetria na distribuição entre o equipamento radiológico e a localização dos radiologistas [60], não existe outra solução que não um melhor aproveitamento dos recursos existentes à escala global, induzindo desta forma um aumento geral da produtividade mediante a optimização dos fluxos de trabalho.

No entanto, permanece questionável para os exames de maior complexidade, ou para aqueles que exigem uma maior proximidade entre clínicos, e a execução de um conjunto de tarefas que não podem ser estandardizadas de forma rotineira, se será possível efectuar este encaminhamento. Esta questão é devida ao facto de as actividades a serem desempenhadas não poderem ser facilmente codificáveis [61] e não poderem ser efectuadas de forma pessoal pelo radiologista que se encontra distante do paciente [62]

Apesar de a imagiologia estar na linha da frente no que diz respeito à utilização de mecanismos de *outsourcing* e subcontratação para realização de tarefas directamente relacionadas com o objectivo fulcral da sua actividade, no sector da saúde é já possível observar que outros sectores, como por exemplo a cirurgia [63], já começam a adoptar o mesmo modelo. Esta adopção é efectuada promovendo a realização de cirurgias dispendiosas de reduzida gravidade em locais de baixo custo, com clínicos certificados tendo como “público-alvo” pacientes sensíveis ao factor custo.

## **2.3 Situação actual da teleradiologia**

Após rever a situação geral dos sistemas de saúde, e da utilização de mecanismos de telemedicina e teleradiologia a nível global, dos Estados Unidos e da Europa, conclui-se esta secção com uma análise detalhada do caso português, o que permite compreender a situação actual e identificar lacunas.

### **2.3.1 A nível global**

Os responsáveis pelos sistemas de saúde confrontam-se sistematicamente com um dilema que consiste nas sempre crescentes necessidades da população e na escassez de recursos, sejam eles de carácter financeiro ou humano.

Com uma população envelhecida na Europa Ocidental e América do Norte, que exige cada vez mais qualidade de vida apoiada em cuidados de saúde sofisticados e baseados numa constante inovação tecnológica, e que consomem já uma parte significativa dos recursos das sociedades [64], torna-se urgente encontrar mecanismos que disciplinem a utilização desses recursos.

Apesar de os modelos de sistemas de saúde aplicados nos Estados Unidos e na Europa serem substancialmente diferentes, podemos antever com um elevado grau de certeza que esta disciplina na utilização de recursos, mais do que intervir na racionalização do acto clínico *per se* incidirá antes do mais na racionalização das relações entre os actores e na optimização dos fluxos de trabalho, onde a telemedicina e a teleradiologia irão tomar um lugar de destaque, permitindo poupanças nas transacções efectuadas.

A rápida expansão da teleradiologia a nível internacional [65, 66] beneficia quer os clínicos quer os pacientes, mediante uma melhoria da qualidade, disponibilidade e pontualidade das interpretações, proporcionando um conjunto de radiologistas especializados. Estes radiologistas não estariam ao alcance de um conjunto de instituições como hospitais rurais e clínicas de pequena dimensão se não fosse o recurso à teleradiologia. A teleradiologia proporciona igualmente horas de trabalho mais flexíveis para os profissionais, tornando esta profissão mais atractiva para os médicos quando estes procuram uma especialização no final do seu curso.

Em termos de comércio internacional [67], a ligação por mecanismos de teleradiologia proporciona a aproximação entre países com excesso de oferta de radiologistas com países que não disponham de radiologistas em número suficiente. No entanto, este nivelamento deverá ser encarado com cuidado dado os entraves legais e de certificação de habilitações que enformam a profissão e a sua prática.

Apesar das vantagens enunciadas, existem desvantagens na prática da teleradiologia, a menor das quais não será o afastamento do radiologista do médico referenciador, aumentando desta forma as hipóteses de má comunicação e mal-entendido entre as partes, bem como aumentando a possibilidade de que o radiologista não disponha, no momento do diagnóstico, de informação suficiente relativamente ao que o médico referenciador pretende e/ou ao estado clínico presente ou passado do paciente a ser estudado [68].

Finalmente, em termos de desenvolvimento profissional, os teleradiologistas têm igualmente as suas capacidades limitadas pois, ao efectuarem o seu trabalho de forma isolada, não contactam diariamente com os seus colegas, não desenvolvendo um conjunto de conhecimentos e de capacidades imprescindíveis para o seu crescimento profissional.

### **2.3.2 Estados Unidos**

A utilização de teleradiologia nos Estados Unidos foi alvo de um inquérito por parte do ACR - American College of Radiology, do qual resultou a tese de Doutorado de Todd Ebbert [38], onde se analisavam as alterações entre 1999 e 2003 nas práticas dos radiologistas americanos quanto ao uso de teleradiologia.

Neste estudo constatou-se que, em 2003, cerca de dois em cada três dos gabinetes de radiologia dos Estados Unidos utilizavam teleradiologia, sendo prevalente nas clínicas

privadas de média dimensão localizadas em áreas não metropolitanas mas que servem vários locais. Mais ainda, quatro em cada cinco radiologistas utilizavam teleradiologia, sendo este procedimento utilizado em maior número que qualquer outro mecanismo de melhoria de produtividade apresentado no questionário.

O facto de a teleradiologia ser utilizado por clínicas em áreas não metropolitanas, indicia a importância que a telemedicina desempenha ao permitir aos radiologistas servir uma base geograficamente dispersa de pacientes, permitindo que os conhecimentos de alto nível do radiologista fiquem ao dispor de áreas rurais, povoadas de forma dispersa.

Durante este período, registou-se um significativo aumento no número de clínicas com serviços de radiologia, muito devido aos avanços na teleradiologia e ao abaixamento nos custos das telecomunicações [69]. Mais ainda, a alteração da prática clínica associada à maior valorização da teleradiologia tem tornando este mercado muito competitivo, mesmo em termos de ofertas de emprego, cativando mais recursos para o exercício desta actividade.

Em termos de ofertas de emprego, será de salientar que este foi um período em que se começou a detectar um alívio nos sintomas de escassez de radiologistas no mercado nos Estados Unidos [70], característico do início dos anos 2000, sugerindo que este crescimento na utilização de teleradiologia não se deveu à necessidade de mais mão-de-obra, mas antes a uma combinação de factores. Entre estes, encontram-se os avanços tecnológicos, com sistemas mais úteis, baratos e fáceis de utilizar e um crescente reconhecimento da teleradiologia como uma prática clínica moderna.

Apesar do aumento do volume de trabalho dos radiologistas ao longo do período 1999-2003, induzido pela utilização de novas modalidades com maior capacidade e uma tendência para o aumento de utilização de sistemas de imagem médica *per capita*, existe um paradoxo que consiste na redução da escassez do número de radiologistas disponíveis para desempenharem o serviço de interpretação das imagens criadas. Este facto só poderá ser explicado pela utilização da teleradiologia na prática clínica.

Ao facilitar o processo de leitura, permitindo o seu envio para casa ou eliminando o processo de chamada nocturna, mediante a utilização dos serviços de *nighthawk*, a teleradiologia terá tornado a radiologia bastante mais atractiva, permitindo desta forma gerir a maior carga de trabalho com que os profissionais se confrontam, para além de melhorar a velocidade e eficiência com que os serviços são prestados [38].

Ao estudarem especificamente os mecanismos de *nighthawking radiology* [71], Frank Levy e Ari Goelman concluíram que a maior parte deste tipo de empresas está sediado nos Estados Unidos, apesar de os locais onde efectua as leituras incluir Bangalore, Sydney, TelAviv e Barcelona.



Aproveitando os fusos horários, estas localizações tiram partido dos horários diurnos para proceder à leitura dos exames nocturnos dos Estados Unidos, recorrendo no entanto a radiologistas devidamente acreditados e licenciados para desempenhar funções em todos os locais onde se encontram contratados.

Estes radiologistas efectuem leituras preliminares, também designadas por "*wet reads*" informando qual o tratamento necessário para o paciente nessa noite, até que o exame seja lido uma segunda vez pelo radiologista residente da unidade de saúde, no que se designa por "*dry read*" que então assina o relatório final. Ao efectuar esta dupla leitura, é possível proceder a um controlo de qualidade mais rigoroso e contornar o impedimento de reembolsar os procedimentos efectuados fora dos Estados Unidos por parte do sistema público de saúde americano, designado por Medicare.

Desta forma, o *outsourcing* de serviços apenas se aplica parcialmente nos Estados Unidos. Os hospitais americanos efectivamente procedem ao *outsourcing* para efectuar poupanças mas, ao contrário da aplicação tradicional do conceito de *outsourcing* e *offshoring* efectuada na indústria e/ou nos serviços tradicionais, estes utilizam mão-de-obra especializada e cara que complementa, em vez de substituir, os serviços efectuados pelos profissionais americanos. A poupança verifica-se quando se compara esta alternativa com a opção ainda mais cara que é a contratação de radiologistas a tempo inteiro para efectuar a leitura ocasional de imagens no período nocturno.

### 2.3.3 Europa

A nível europeu, a prática da teleradiologia deve ser enquadrada com os objectivos da “Agenda de Lisboa para promoção da sociedade de informação”, recentemente substituída pela proposta “Europa 2020”, promovendo uma economia digital aberta e competitiva, nomeadamente com o programa de eHealth [72] que cobre um vasto número de tecnologias na área da saúde, incluindo a informática médica, a telemática e comunicações para a saúde e a telemedicina.

Para tal foi desenvolvido um plano global de acção, o *eHealth action plan*, que cobrindo um conjunto de iniciativas, desde as prescrições electrónicas até ao registo electrónico de pacientes. Este plano tem como objectivo ainda reduzir os tempos de espera e a ocorrência de erros, facilitando uma abordagem mais harmoniosa e complementar ao *eHealth* por parte dos países da União Europeia, através do desenvolvimento de aplicações que permitam a melhoria da inclusão social, dos serviços públicos prestados e da qualidade de vida dos cidadãos.

Num outro patamar mais político e jurídico encontra-se em processo de aprovação por parte do Conselho da União Europeia uma proposta de directiva apresentada pela Comissão Europeia que prevê a colocação em prática da decisão Watts no que diz respeito

à aplicação dos direitos dos doentes em matéria de cuidados de saúde transfronteiriços na União Europeia [73].

Em 2006 o Tribunal Europeu de Justiça decidiu, com base na reclamação da Sra. Watts contra o Serviço Nacional de Saúde Inglês, que a partir daquela data os indivíduos da União Europeia têm o direito de procurar tratamento e ser reembolsados se existir o risco de “atrasos injustificados” no seu tratamento a nível nacional. No seguimento desta decisão, que neste momento tem um efeito limitado dada a ausência de definição do que é um “atraso injustificado”, a Comissão Europeia apresentou em Julho de 2008 ao Parlamento Europeu uma proposta de Directiva que facilita o acesso a serviços de saúde noutro país da União.

Para tratamentos não hospitalares, não será necessária autorização, sendo as pessoas tratadas e reembolsadas até ao montante que o Serviço Nacional de Saúde do país de origem estaria disposto a pagar. No caso de tratamentos hospitalares, as pessoas necessitarão de solicitar uma autorização num ponto de contacto nacional que deverá responder num dado prazo, sem necessidade de autorização nos casos urgentes e com limites no processo de recusa. Este caso aplica-se independentemente do tipo de financiamento do Sistema de Saúde, o que significa que terá de ser o sistema português a adaptar-se às regras europeias e não o contrário.

Esta Directiva propõe ainda a criação de um conjunto de “centros de referência” que proporcionem cuidados de excelência para os pacientes, concentrando um conjunto de recursos e conhecimentos numa determinada área dos cuidados de saúde num dado Estado Membro da União.

Em resumo, verifica-se que a União Europeia se prepara para assumir um papel mais interveniente na gestão da saúde, ficando, com o novo Tratado de Lisboa, com competências reforçadas nesta área [74].

Analisando as alterações de cenário proporcionadas pelo Tratado de Lisboa e pela directiva actualmente em aprovação, existe um largo conjunto de oportunidades, bem como de perigos, que podem responder aos problemas existentes ou, caso não seja efectuado um processo de planificação e negociação adequado, agravar os problemas de assimetrias e iniquidades no acesso aos cuidados de saúde por parte dos europeus.

Um dos grandes perigos resulta de se poder vir a assistir a breve prazo a uma alteração da natureza dos diferentes Serviços Nacionais de Saúde dos diferentes Estados Membro, com os cidadãos europeus com maior poder aquisitivo a procurarem resolver os seus problemas de saúde mais rapidamente noutros países, sendo posteriormente reembolsados ao nível do pagamento do respectivo Serviço Nacional de Saúde, suportando o diferencial, mas aliviando sistemas eventualmente sobrelotados. Mais ainda, com a chegada de pacientes que procuram tratamento mais personalizado e com capacidade de pagamento, poderemos



assistir à criação de um sistema de selecção adversa pelos prestadores de cuidados de saúde que poderá gerar ainda mais iniquidades e penalizar os mais desfavorecidos e sem capacidade financeira.

Depois de ser aprovada pelo Parlamento Europeu, esta proposta foi rejeitada no Conselho por uma minoria de bloqueio liderada pela Espanha, e que incluía Portugal e Grécia, com o argumento que seria incomportável suportar os custos associados com os pensionistas do norte da Europa, mesmo que depois reembolsados.

Entre outros argumentos identificados, pode-se também verificar que desempenhou um papel importante nesta rejeição a complexidade do processo de reembolso e a necessidade de coordenar o processo administrativo e clínico dos pacientes com o local de origem, neste momento impossibilitado devido à inexistência de um processo clínico electrónico comum a nível europeu e que seja neutral do ponto de vista linguístico [75].

Após esta rejeição, a proposta foi finalmente aceite em Junho de 2010, mediante uma iniciativa liderada pela Espanha que inseriu um conjunto de cláusulas destinadas a salvaguardar a estabilidade dos sistemas de saúde e os direitos de bloqueio por parte das autoridades locais caso esteja em causa a utilização de equipamento de tecnologia avançada ou seja duvidosa a qualidade dos serviços a serem prestados.

O processo encontra-se, à data de conclusão deste documento [Dezembro 2010], em negociação com o Parlamento Europeu para a sua formulação final.

### **2.3.4 Portugal**

Em Portugal a telemedicina tem vindo a ser implementada graças aos esforços dispersos e não integrados de vários entusiastas, sem que exista uma abordagem coerente das diferentes iniciativas a nível central, nem que exista um enquadramento estratégico e técnico que permita o desenvolvimento de iniciativas a nível regional [76].

Apesar de o *e-Health* ser um dos eixos principais do Plano Nacional para a Sociedade de Informação – Ligar Portugal [77], não existe qualquer referência sobre o tema no Plano Nacional de Saúde 2004-2010 [1], sendo que este tem na área do *eHealth* três grandes objectivos:

- Melhorar a qualidade dos serviços prestados aos utentes;
- Reduzir os custos operacionais do Serviço Nacional de Saúde, mediante um aumento dos níveis de eficiência;
- Garantir uma maior eficiência e gestão do sistema mediante a utilização de sistemas de informação.

Ao contrário do que seria de esperar, a aplicação prática de serviços de telemedicina tem sido liderada pelas unidades de saúde de cuidados primários, nomeadamente do interior e

das zonas menos favorecidas do país. Tem sido possível demonstrar em alguns casos vantagens na utilização integrada da telemedicina, nomeadamente nos casos dos Centros de Saúde de Odemira e da Sertã, mas sem que exista uma continuidade na prestação destes serviços, nem que exista um ajuste nos procedimentos operacionais por parte das Administrações Regionais de Saúde de forma a maximizar os benefícios proporcionados pela utilização da telemedicina [76].

Em termos de teleradiologia, está documentada a implementação de projectos na sub-região de saúde de Bragança, a primeira a ligar em rede hospitais e centros de saúde no ano de 2005 [78].

Existe ainda informação da existência de sistemas de teleradiologia interligando, a partir de 2007, os 6 centros de saúde que produzem imagens radiológicas e os 2 hospitais que integram a Administração Regional de Saúde do Algarve, bem como a utilização de sistemas de teleconsulta e teleradiologia entre os hospitais centrais, regionais e os centros de saúde integrantes da Administração Regional de Saúde do Alentejo [78].

Igualmente o projecto Rede Telemática de Saúde (RTS), permitiu a integração de repositórios de imagens, dando acesso por parte aos profissionais do Hospital Infante D. Pedro, em Aveiro, e dos Centros de Saúde da Sub-Região de Saúde de Aveiro, ao arquivo de imagens do PACS do Hospital Distrital de Águeda, integrado numa consulta mais vasta do Processo Clínico Electrónico do paciente [17].

Sendo a utilização dos sistemas de arquivo e comunicação de imagens uma peça fundamental no processo de implementação deste tipo de soluções, verifica-se que não existe uma política coerente de alocação de recursos, sendo esta alocação efectuada de forma *ad-hoc*, sem que os responsáveis pela administração das verbas demonstrem competências e qualificações para o desempenho de tal tarefa [79]. Nos casos em que tal foi possível fazer, mediante a criação de cadernos de encargos coerentes e articulados com as necessidades das instituições, foi possível equilibrar o processo de negociação entre a instituição pertencente ao Serviço Nacional de Saúde e o vendedor, maximizando o valor da aquisição e adquirindo uma perspectiva estratégica das possibilidades clínicas e económicas que a implementação de tal sistema proporciona [7].

Foi igualmente possível verificar que existe uma clara assimetria de informação entre quem efectua o processo de aquisição em nome do Serviço Nacional de Saúde e quem o fornece, com a implementação de mecanismos de aquisição extremamente distribuídos e descentralizados para equipamento de natureza estratégica e específica. Ao continuar a isolar os gestores institucionais num processo de negociação e aquisição caso a caso, não será possível criar a base de *know-how* adequado nem de capacidades de negociação necessárias para enfrentar vendedores de equipamento e de serviços extremamente bem preparados, continuando estas assimetrias a verificar-se em desfavor do Serviço Nacional de Saúde. Finalmente, foi possível verificar a existência de silos prevalecente entre

instituições de saúde pertencentes ao mesmo sistema, não sendo efectuada a partilha de informações nem de melhores práticas entre as diferentes instituições.

Neste cenário, não foi possível detectar qualquer estratégia coerente de políticas de aquisição de sistemas de arquivo e comunicação de imagens radiológicas, sendo desperdiçados os benefícios de negociação em massa e a abordagem comum aos vendedores, nomeadamente no que diz respeito à aquisição de serviços de integração e manutenção de sistemas de informação associados ao PACS. Uma das consequências a médio prazo da continuidade deste tipo de políticas passará pela dificuldade de financiamento que algumas instituições sentirão para manter (e operar) este tipo de equipamento, não tirando o máximo partido do investimento efectuado.

Sob o ponto de vista do utilizador de sistemas de teleradiologia, nomeadamente aqueles pertencentes ao sector público, quando confrontados com a possibilidade de implementação deste tipo de sistemas indicam como factores positivos a possibilidade de reduzir custos associados com a prestação do serviço, com acesso a recursos humanos especializados independentemente da localização no território e da hora de acesso. Para além disso permite uma melhor rentabilização do equipamento, aumentando a produtividade e permitindo o acesso a exames ao nível de serviço de urgências para um rápido diagnóstico.

Por outro lado, a implementação deste sistema fica condicionada pelo facto de operar sem a presença física do médico, o que limita a sensibilidade na implicação dos agentes envolvidos, nomeadamente devido ao facto de existir ainda uma resistência à partilha de informação, seja por ausência de protocolos e linhas de orientação adequadas em termos clínicos, seja por hábitos culturais enraizados nos participantes no processo.

Sob a vertente do sector privado, a utilização de sistemas de teleradiologia permite a cooperação deste com o sector público, aumentando o mercado potencial e proporcionando uma rentabilização de recursos. Para além disso, pode constituir uma ferramenta poderosa na redução de risco mediante a introdução de uma rede de segunda opinião, que permite a partilha de imagens entre as diferentes partes e uma maior competitividade entre os sectores público e privados. Por outro lado, esta competitividade pode induzir a uma perda de clientes que não compense o investimento vultoso que esteja associado à implementação de um sistema com estas características. Igualmente, poderá significar uma mudança profunda nos hábitos de trabalho, implicando a sua reformulação tendo em vista a partilha de informação e transmissão de dados com outras instituições, com necessidade de controlo e confidencialidade associados [80].

Em termos de legislação que suporte a utilização de serviços de teleradiologia, esta apenas está suportada pela legislação genérica emanada pela Comissão Nacional de Protecção de Dados, nomeadamente na lei 12/2005 relativa à informação genética pessoal de saúde e na lei 41/2004 relativa à protecção de dados no sector das comunicações electrónicas, sendo a

restante legislação genérica que suporta as actividades baseadas em comércio electrónico, sem que exista legislação nacional e/ou europeia adequada sob o ponto de vista de normas de segurança e de obrigações do prestador do serviço. Estas obrigações, que deveriam especificar claramente quais as responsabilidades clínicas, poderiam ser coordenadas por uma entidade credenciadora dos prestadores de serviços de teleradiologia.

O Código Deontológico da Ordem dos Médicos Portugueses dedica um capítulo ao tema da telemedicina, abordando questões como a relação médico doente e a responsabilidade do médico face à utilização deste tipo de soluções. Em termos de segurança da prática da telemedicina, o Código Deontológico refere que o médico deve dispor de sistemas de suporte e utilizar controlos de qualidade e procedimentos de avaliação para vigiar a precisão e a qualidade da informação recebida e transmitida. No que se refere ao historial clínico, o médico que utilize a telemedicina deve registar na ficha clínica os métodos de identificação do doente, as informações pretendidas e as recebidas e o médico teleconsultado deve registar em ficha clínica as opiniões que emitiu e também a informação em que se baseou. Para além disso, os métodos informatizados de arquivo e transmissão dos dados do doente só devem ser utilizados quando se tenham tomado medidas suficientes para proteger a confidencialidade e a segurança da informação registada ou permutada [81].

Encontra-se, no entanto, por definir qual o enquadramento que se deve revestir a responsabilidade médico-legal, tanto do médico referenciador, como do médico referenciado, bem como do paciente, nomeadamente nos casos em que as imagens podem ser transferidas para outros países para serem interpretadas [82]. Este facto, enquadrado com a análise efectuada para o caso da União Europeia, levanta sérias reservas em termos de implementação dos processos de mobilidade de pacientes num futuro próximo.

## **2.4 Identificação de tendências de evolução**

Pretende-se nesta secção realizar um exercício de prospecção das tendências de evolução nas áreas da telemedicina e teleradiologia. Serão consideradas aspectos de natureza tecnológica, clínica, económica e ético-legal.

### **2.4.1 Quadro tecnológico**

Do ponto de vista tecnológico, uma das principais dificuldades com que os radiologistas se confrontam actualmente está relacionado com o limite técnico apresentado pela falta de integração dos sistemas de gestão de imagens radiológicas fora do ambiente hospitalar, encontrando-se as imagens residentes noutros sistemas de informação impedidas de se integrar de forma articulada quando utilizadas em mecanismos de teleradiologia.

Este facto deve-se, entre outros, a problemas relacionados com a utilização de sintaxes proprietárias que impedem a correcta integração entre sistemas existentes e que sistemas, à partida interdependentes e compatíveis, se tornem isolados e não integráveis entre si, dificultando o processo de migração de dados no termo de vida dos sistemas.

Mesmo quando um radiologista acede à sua unidade de saúde com recurso a uma rede privada virtual (VPN - *Virtual Private Network*), poderá não ter acesso integrado à lista de trabalho no PACS ou inserir um relatório no sistema de informação radiológico, isto porque o acesso via *web* disponibilizado está geralmente limitado a um conjunto de ferramentas de visualização e manipulação de imagens. Desta forma, é restrita a aplicação destes sistemas à interpretação de emergência provisória, também conhecida como *wet reading*, na qual imagens anteriores ou relatórios anteriores não sejam necessários [83].

Relativamente aos aspectos de segurança, subsistem problemas, mesmo em ligações ponto a ponto, especialmente no que diz respeito ao acesso a imagens não enviadas originalmente, dado que o modelo operacional de "*demand-push*" não possibilita ao destinatário a verificação da integridade do envio e da ordem de recepção. Uma vez recebidas as imagens iniciais, e dado que os sistemas não se encontram perfeitamente integrados, a descarga de imagens adicionais para interpretação não é possível por falta de meios directos de aceder aos repositórios de dados [84].

Este corolário dos problemas anteriores implica uma interdependência entre os radiologistas a trabalhar remotamente e os radiologistas (ou médicos referenciadores) que enviam os casos a serem relatados, dificultando o seu trabalho em paralelo sem que exista a intervenção de outra entidade que, num determinado ponto, facilite o fluxo de trabalho entre todas as partes [85].

De notar que este levantamento sobre questões e tendências foi sendo actualizado ao longo da realização do trabalho de dissertação, sendo que algumas das soluções aqui apresentadas não existiam, ou existiam de uma forma menos maturada, à data de início de realização deste trabalho de doutoramento. Sempre que tal se considere relevante, será efectuada uma observação relativa a esta evolução temporal.

Nas secções seguintes são apresentadas iniciativas que vão ao encontro destas questões.

#### **2.4.1.1 IHE - Integrating the Healthcare Enterprise**

Como já foi anteriormente referido, a iniciativa IHE - *Integrating the Healthcare Enterprise* pretende melhorar a forma como as empresas partilham a informação e alcançam a interoperabilidade nos sistemas de saúde. Em vez de definir novas normas, a iniciativa utiliza as normas existentes como DICOM e HL7, utilizando perfis de integração para descrever cenários reais que permitem criar sistemas prontos a serem integrados.

Um dos perfis de integração propostos é o XDS-I - *Cross-Enterprise Document Sharing for Imaging*, que facilita o registo, distribuição e acesso a imagens médicas existentes nas organizações. O objectivo é criar uma especificação que permita normalizar a gestão da partilha de documentos entre quaisquer prestadores de serviços de saúde, desde um médico particular até um hospital central [86].

O XDS-I é uma extensão para as imagens do perfil XDS - *Cross-Enterprise Document Sharing*, centrado nos registos electrónicos de saúde, assumindo-se que as instituições participantes pertencem a domínios de afinidade (*Affinity Domain*) que são comunidades de prestadores de cuidados de saúde que concordam em cooperar mediante a utilização de um conjunto de políticas comuns, partilhando uma infra-estrutura de repositórios documentais e um registo comum entre si. Dentro do domínio de afinidade as políticas são definidas permitindo a identificação dos pacientes, o controlo de acessos, o modelo de segurança, bem como o formato, conteúdo, estrutura, organização e representação da informação clínica [86].

Na Figura 2.2 é representado o domínio de afinidade do XDS-I e as transacções que podem ocorrer entre os actores deste domínio.

O actor que desempenha o papel de fonte documental (*Imaging Document Source*) produz e publica as imagens médicas, sendo responsável por colocar as imagens, bem como os metadados associados num repositório documental (*Document Repository*) e por registar o documento num registo documental (*Document Registry*).

O actor que regista o documento mantém os metadados de cada um dos documentos registados e mapeia-o face ao repositório documental, onde o documento se encontra armazenado. Para além disso, responde a questões do actor consumidor de documentos (*Imaging Document Consumer*), indicando a localização dos mesmos.

O actor consumidor de documentos (*Imaging Document Consumer*) questiona o registo de documentos sobre a localização e identificação de documentos, e com a resposta obtida contacta a respectiva fonte documental de imagens (*Imaging Document Source*) solicitando o acesso às imagens. Se a fonte documental de imagens autorizar o acesso, o conjunto de imagens pode ser recuperado utilizando o protocolo WADO, um sub-protocolo da norma DICOM.

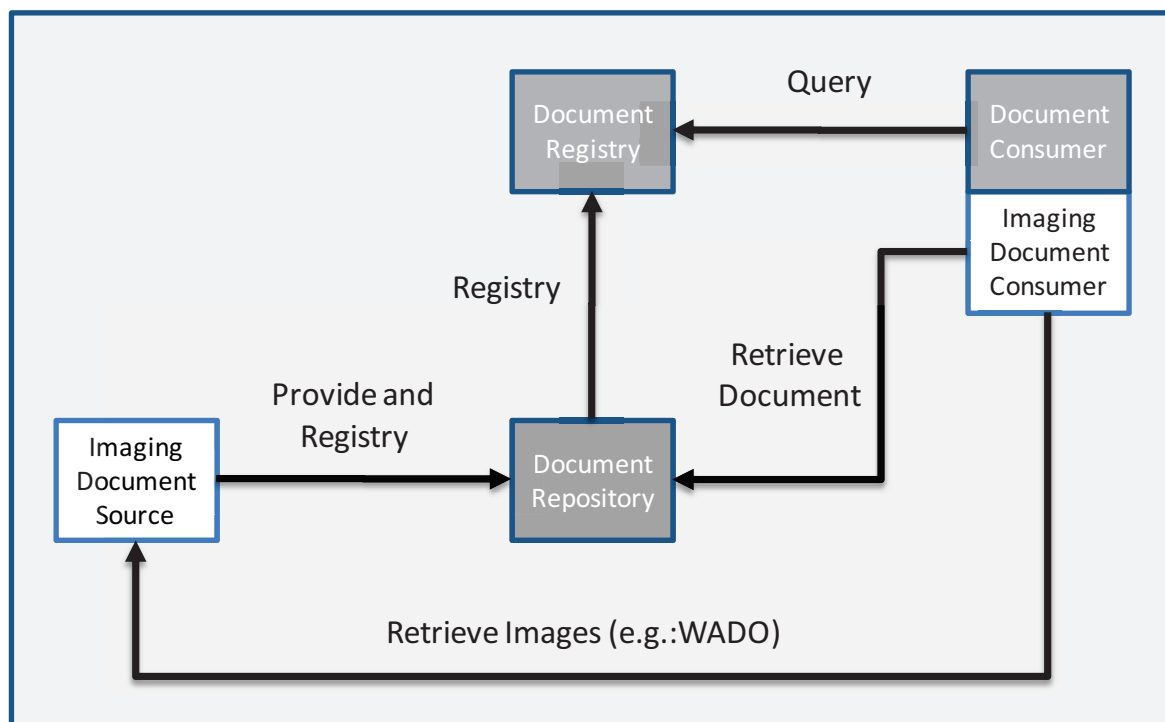


Figura 2.2: Domínio de afinidade do XDS-I - *Cross-Enterprise Document Sharing for Imaging* [86].

Actualmente verifica-se o surgimento de um número crescente de domínios de afinidade que seguem a norma XDS [86, 87]. Apesar de o IHE ser uma iniciativa que está a obter resultados práticos, na realidade verifica-se que a maior parte da troca de informação entre organizações clínicas continua a ser realizada em mão pelos pacientes, por correio convencional, por correio electrónico ou mediante a utilização de redes privadas virtuais (VPN). Cada uma destas abordagens é problemática, cara e ineficiente, e como consequência, retarda o processo de prestação do cuidado de saúde [88].

#### 2.4.1.2 R-Bay

O projecto R-Bay - Creating an eMarketplace for the transfer of imaging related eHealth services in Europe (<http://www.r-bay.org>) foi um projecto financiado pela União Europeia tendo em vista a validação de um conceito de mercado. Decorreu de 2007 a 2009 (em paralelo com a conclusão desta tese de doutoramento) com a participação de parceiros de oito países europeus (Dinamarca, Reino Unido, Finlândia, República Checa, Holanda, Estónia, Lituânia e Noruega) [44].

Este projecto tinha como objectivo estabelecer um mercado electrónico (*eMarketplace*) no campo da radiologia que abrangesse quatro dimensões:

- *eInterpretation*, cobrindo a vertente de interpretação de exames;



- *eProcessing*, cobrindo a vertente de processamento e pós-processamento de imagens;
- *eArchiving*, optimizando o processo de arquivo e consulta de arquivos de imagens; e
- *eTraining*, facilitando o processo de ensino e formação dos radiologistas envolvidos.

A teleradiologia tradicional utiliza ligações ponto a ponto entre clientes e fornecedores de serviço, sendo um serviço bem estabelecido e conhecido. No entanto, a criação encontra-se limitada pelo facto de o número de radiologistas ser relativamente limitado e a procura ser crescente, fruto do maior número de exames e da capacidade do equipamento.

Sendo o tipo e a disponibilidade de conhecimentos em termos de radiologistas relativamente limitados, a visão do R-Bay consistiu em estender a teleradiologia tradicional para um mercado electrónico (*eMarketplace*) que liga “muitos-para-muitos”, conforme pode ser visto na Figura 2.3.

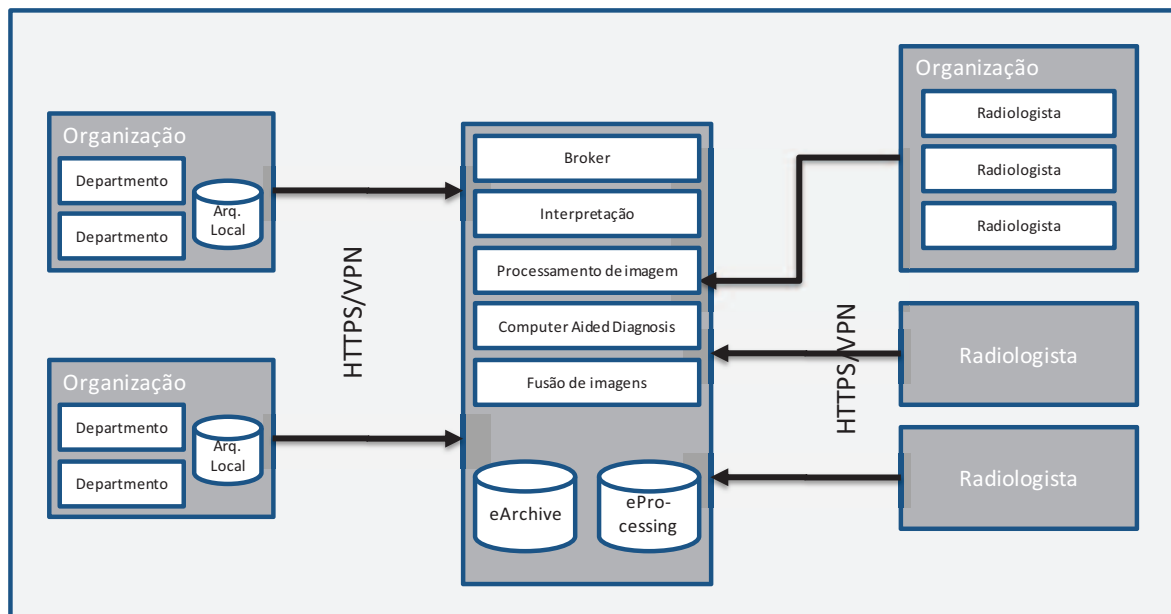


Figura 2.3: Arquitectura técnica do eMarketplace R-Bay.

Este mercado electrónico funciona como um *broker* que ajusta a procura por interpretação de imagens radiológicas à oferta de radiologistas disponíveis como que se de uma bolsa de *commodities* se tratasse, sendo neste caso a *commodity* em causa o serviço de radiologia.

Na operacionalização do *eMarketplace* referido, todas as transacções são efectuadas utilizando uma infra-estrutura segura e confiável, sendo que os serviços são transaccionados sobre essa mesma infra-estrutura.

Na realização do trabalho de campo, foi detectado que uma das suposições iniciais do projecto, que se baseava na existência de assimetrias na distribuição a nível europeu, se



verifica igualmente, e provavelmente em maior grau a nível nacional e regional, devendo a questão ser abordada a esse nível.

Ao consultar organismos europeus com a ESR (*European Society of Radiology*) foi verificado que uma das principais reservas em relação à implementação deste tipo de mercados electrónicos se situa na gestão de qualidade do trabalho desenvolvido, na segurança da informação armazenada e trocada entre os participantes e na gestão da identificação dos participantes, nomeadamente quando estamos a trabalhar a um nível pan-europeu. Deverá ainda ser esclarecida a forma como é aplicada a legislação médico-legal de cada país em termos de utilização de procedimentos de teleradiologia.

Em termos práticos, o projecto, não conseguiu implementar um mercado interno europeu na totalidade para imagens médicas (e assim validar o plano de negócios), no entanto conseguiu implementar uma solução parcial que permite a sua gestão a nível regional e nacional, flexibilizando o acesso a peritos e permitindo nivelar a capacidade disponível de acordo com as solicitações [89].

De acordo com fontes de mercado, o projecto R-Bay foi um balão de ensaio para implementação de oferta do sistema de PACS baseado em *cloud computing* da CareStream que permite a leitura remota de *wet readings*, bem como possibilita a obtenção de segundas opiniões por parte de outros radiologistas e especialistas. O sistema é neutral em termos de infra-estrutura o que permite a partilha de informação entre sistemas de diferentes vendedores, sendo os exames e os dados de pacientes sincronizados entre os diferentes utilizadores. O mecanismo de financiamento é baseado em despesas operacionais, com a cobrança de uma renda mensal baseada no número de exames produzidos e interpretados mensalmente [90].

De notar que o projecto R-Bay tem pontos de intersecção muito significativos com o trabalho desenvolvido ao longo desta tese de doutoramento. No entanto, chamamos à atenção para a sua data de início (Agosto 2007) e conclusão (Maio 2009) e para o facto de que a sua natureza, dimensão e o tipo de parceiros envolvidos fazerem com que apenas o possamos utilizar como ponto de referência em termos de aplicabilidade ao mercado europeu, não sendo a componente técnica e a dimensão de negócio comparável com o âmbito desta tese de doutoramento.

#### **2.4.1.3 Dicoogle**

Na sua abordagem tradicional, a infra-estrutura PACS é baseada num motor de base de dados que efectua a gestão do modelo de informação DICOM ou, pelo menos, contém os objectos DICOM num directório local, designado por “dicomdir” - uma lista estruturada que contém informação relativa a pacientes, estudos, séries e imagens.

A filosofia subjacente ao Dicoogle é a substituição ou a extensão da base de dados tradicional por um motor de indexação [91], que flexibiliza a gestão do PACS, facilitando o processo de indexação de campos baseados em texto sem que seja necessário criar novas tabelas ou relações, tal como aconteceria numa abordagem baseada em base de dados.

Sendo que os pacientes se podem deslocar a uma grande variedade de instituições de saúde para efectuar os exames pretendidos, este cenário pode produzir uma grande quantidade de informação médica dispersa por várias instituições. O Dicoogle agrega esta informação com uma arquitectura *peer-to-peer* que indexa localmente os ficheiros em cada arquivo. Devido à sua natureza descentralizada, não é necessário a identificação única de paciente entre os participantes e suporta diferentes nomenclaturas como, por exemplo, nomes de paciente ligeiramente diferentes.

Ao ser baseado num mecanismo de busca do tipo Google, o utilizador do Dicoogle pode facilmente encontrar o paciente pretendido entre os pares (*peers*) participantes na rede [92, 93].

#### **2.4.2 Quadro clínico**

O processo de troca de informação entre as entidades envolvidas em esquemas de *outsourcing* clínico está sujeito a erros sistémicos que não aparentam ter uma solução fácil.

De acordo com os resultados de uma investigação clínica efectuada para a determinação de erros em serviços de laboratório e interpretação de imagens radiológicas, Chasin *et al* [94] descrevem um conjunto de resultados em que a falta de comunicação entre a entidade requerente e a entidade que efectua o serviço causa danos significativos aos pacientes. Nomeadamente, foram identificados danos no caso da interpretação das imagens radiológicas por incapacidade do radiologista contratado de aceder aos exames prévios de fontes diferentes do paciente em causa e a partir daí tirar as ilações devidas para o paciente.

Da mesma forma, os exames de acompanhamento do tratamento de doenças complexas, como o cancro, geralmente requerem uma análise comparativa com exames anteriores, possivelmente de um conjunto alargado de modalidades e de um conjunto de relatórios, bem como a consulta de outras fontes de informação como relatórios laboratoriais e patológicos. Neste momento, verifica-se que não é possível obter toda esta informação para o leitor remoto [83], implicando menor quantidade de dados de aferição para diagnóstico.

Em ambos os casos, levanta-se a questão se a poupança financeira concretizada com os preços mais baixos praticados é realmente compensatória, dado os sacrifícios em termos de qualidade na prestação do serviço e quais as consequências em termos clínicos futuros. Por outro lado, questiona-se qual o nível de controlo que as instituições deverão manter e a forma de manter um registo dos prestadores de serviço.

A resposta a estas dúvidas passará por as instituições contratantes de tais serviços terem que avaliar permanentemente a entidade externa, que surge munida de um conjunto de credenciais, normalmente disponibilizados por um fornecedor de serviços externo tipo *nighthawk*. Adicionalmente, a instituição, ou os seus representantes, terão que fazer investigação e manter um registo das actividades do radiologista contratado em regime de *outsourcing*.

Igualmente, sob o ponto de vista profissional, existe o perigo de os profissionais da instituição se considerarem como relegados para um segundo plano quando comparado com quando forneciam o *portfolio* completo de actividades de interpretação radiológica, deixando de ser encarados como "consultores especializados" e passando a ser encarados como uma *commodity* que pode ser comprada pelo menor preço, com evidentes consequências nas vertentes de moralização e coesão das equipas de trabalho.

### 2.4.3 Quadro económico

Apesar da flexibilidade e das vantagens identificadas com a utilização da teleradiologia, alguns radiologistas começam a preocupar-se com os efeitos secundários que a sua utilização já demonstra. Num artigo publicado no *American Journal of Roentgenology*, Howard Forman [95], apesar de considerar esta uma ameaça bem real à prática de todos os radiologistas, considera que existem ainda quatro factores que impedem a sua massificação, pelo menos no curto prazo, no caso americano.

O primeiro factor prende-se com a forma como os reembolsos do sistema de saúde americano (Medicare) se encontram estruturados, restringindo pagamentos a procedimentos médicos realizados fora do país, bem como o facto de ser necessário o que os radiologistas sejam certificados nos estados de onde a imagem é originária. O segundo prende-se com o facto de existir uma forte procura de radiologistas, com um aumento significativo da produção de imagens e da carga de trabalho, que desencoraja a procura de trabalho fora dos Estados Unidos. O terceiro prende-se com o facto de mais de 80% do custo se relacionar com factores como equipamento e salários de técnicos que executam os exames, ao passo que apenas 20% se encontram relacionados com o diagnóstico. Finalmente, o quarto factor prende-se com o facto de os conhecimentos necessários para a realização do acto de interpretação e leitura serem superiores aos requeridos pelos empregos actualmente a serem *outsourced* para os países terceiros.

Apesar de algumas iniciativas tecnológicas para tentar fixar um conjunto de regras para uma interpretação computacional de imagens, no que se designa normalmente por *Computer Aided Diagnostics*, muitas das modalidades interpretadas pelos radiologistas são demasiado complexas para este tipo de *software* e requerem um uso extensivo de conhecimentos tácitos, impossíveis, ou pelo menos extraordinariamente difíceis de articular e colocar sob a forma de regras.

Igualmente existe o problema de ser necessário um elevado grau de confiança entre o médico referenciador (aquele que solicita a realização do exame) e o radiologista que efectua a sua leitura, exigindo qualificações adequadas e o desenvolvimento de uma relação de confiança entre ambos que se vai desenvolvendo ao longo do tempo. Desta forma, existem factores cognitivos e psicológicos na interpretação das imagens que implicam uma relação de proximidade, se não física, pelo menos emotiva entre ambas as entidades [38] e que, pelo menos para já, dificultam a adopção de sistemas de teleradiologia de uma forma massiva.

#### 2.4.4 Quadro ético e legal

Sob o ponto de vista legal, importa antes do mais ter uma noção clara dos riscos envolvidos na prestação de serviços de radiologia via telemática, nomeadamente quando se utilizam mecanismos de *outsourcing* em países estrangeiros.

Deverão ser identificados os riscos associados com a prestação do serviço, podendo estes ser colocados em três patamares diferentes [96].

O primeiro, que identifica potenciais fontes de risco, o segundo que identifica cenários de risco, derivados das fontes de risco anteriormente assinaladas e o terceiro que analisa e permite mitigar o impacto do cenário de risco averiguado.

Considerando o caso de um pequeno hospital, que pretenda efectuar o *outsourcing* dos exames de emergência, quais as fontes de risco, quais os cenários prováveis e qual o impacto destes cenários?

Como potenciais fontes de risco ao efectuar-se o *outsourcing* de um exame de radiologia por via telemática teremos, logo à partida, a possibilidade de escolha do prestador de serviço inadequado, motivo pelo qual deverá ser efectuado uma validação prévia das suas características e capacidades. A esta possibilidade, poderemos ainda ter a resistência, mais ou menos passiva, por parte dos radiologistas residentes, que podem encarar esta contratação como um voto de desconfiança ao seu trabalho, nomeadamente nas áreas que se decida contratar.

Ao efectuar o *outsourcing* dos estudos deverá ser tido sempre em conta que existe a possibilidade de se estar a enviar o estudo de forma incorrecta ou o radiologista contratado não ter as qualificações mais adequadas para o fim em vista, para além de existir sempre a possibilidade de a informação ser insuficiente para que se produza um diagnóstico adequado.

Para mitigar estas potenciais fontes de risco, deverá ser definido com a entidade contratada quais os estudos a serem contratados e qual o objectivo concreto de se efectuar a iniciativa de *outsourcing* de leitura de exames. Igualmente, deverá ser efectuado um rastreio prévio

dos profissionais que o prestador de serviço emprega, bem como o fluxo de trabalho (*workflow*) que é utilizado, para que as normas de desempenho se articulem entre ambas as instituições.

Para além disso, sob o ponto de vista jurídico e legal, deverá existir um nível semelhante de cobertura contra erros e má prática clínica por parte dos clínicos envolvidos, sendo que por norma, a responsabilidade final recai sobre o clínico que efectua a avaliação final do relatório, devendo igualmente os pacientes serem informados de que a elaboração do relatório contou com a colaboração de um radiologista contratado externamente à instituição.

Uma vez ultrapassada a fase inicial de experimentação e ambientação entre ambas as partes, deverá ser analisado se é vantajoso para a organização o aprofundamento da relação, verificando se a alteração nos mecanismos de operação da organização é vantajosa ou se permanecerá temporária.

De qualquer das formas, deverá existir sempre um plano de contingência que previne o caso de o vendedor de serviços rescindir o contrato ou deixar de estar disponível subitamente, sendo que igualmente o risco de a parceria não ter o sucesso desejado poder ter impacto em termos de imagem pública, continuidade dos cuidados, confiança da população e em termos médico-legais para a instituição.

#### **2.4.5 Novo posicionamento dos Serviços de Radiologia**

Com base no exposto anteriormente, é possível desagregar a forma como pode ser efectuada a interpretação dos processos de radiologia num departamento imagiológico de uma instituição de saúde:

1. Serviço de radiologia com radiologista em modo *stand alone*, revezando-se em turnos nocturnos ou (eventualmente) sem serviço nocturno.
2. Serviço de radiologia com radiologista em modo *stand alone*, complementado por um serviço de *nighthawk* durante os turnos nocturnos para *wet reading*, validados *a posteriori* pelo radiologista de serviço como *dry reading* na manhã seguinte.
3. Serviço de radiologia com radiologista em modo *stand alone*, complementado por um serviço de *nighthawk* durante os turnos nocturnos e por um serviço de *nighthawk* especializado para casos de maior complexidade e/ou para efeitos de segunda opinião.
4. Serviço de radiologia com o serviço de interpretação efectuada pelo *nighthawk* com o qual tem contratualizado a interpretação de todos os exames produzidos.

Torna-se igualmente possível apresentar a forma como um radiologista se pode posicionar na prestação de serviços às instituições de saúde [69].

1. Radiologista sem ligação a rede de *nighthawk*, efectuando trabalhos isolados em turnos nocturnos.
2. Radiologista ligado a rede de *nighthawks*, efectuando trabalhos isolados sem grande grau de especialização.
3. Radiologista ligado a rede de *nighthawks*, efectuando trabalhos isolados com elevado grau de especialização.
4. Radiologista ligado em exclusivo a rede de *nighthawks*, realizando todo o tipo de trabalhos.

Do lado dos radiologistas, com este novo cenário, estes passaram a correr riscos a que anteriormente não se encontravam expostos. Nos Estados Unidos, a escassez de radiologistas e a dificuldade de recrutamento para certos locais, permite a estes profissionais algum poder negocial junto das entidades empregadoras. No entanto este poder começa a desvanecer-se com a implementação de sistemas de teleradiologia.

Os radiologistas que persistirem em aproveitar estes factores para fornecer um serviço indiferenciado ou abaixo da média correm o sério risco de serem preteridos em favor dos fornecedores de serviço em regime de *outsourcing*. Estas companhias comerciais, que anteriormente efectuavam os serviços de *nighthawking*, começam actualmente a fazer o mesmo serviço durante o dia [84].

Os grupos de radiologistas que não oferecem um *portfolio* completo de sub-especialidades tem um risco sério de, pelo menos uma parte do seu negócio ser *outsourced* por parte de fornecedores de serviço em nichos de interpretação de sub-especialidades. Sendo os exames solicitados por médicos especialistas, como por exemplo neurocirurgiões, ortopedistas ou oncologistas, estes esperam uma qualidade de interpretação por parte do radiologista acima de uma mera interpretação genérica, bem como a capacidade de trabalho e familiaridade com os temas da sub-especialidade que um radiologista genérico não possui, sendo capazes de correlacionar desafios clínicos com as imagens visualizadas.

Uma grande oportunidade é também apresentada pela capacidade de os radiologistas utilizarem a teleradiologia para se apoiarem mutuamente, criando grupos que garantam coberturas totais em termos temporais (que se designa por 24/7/365, 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano) e sub-especialidades adequadas às necessidades, aumentando a produtividade conjunta, com menores custos de *overhead*. O mesmo princípio poderia ser aplicado às sub-especialidades das entidades envolvidas, garantindo que os radiologistas generalistas também têm uma especialização numa sub-especialidade.

Finalmente, através de teleradiologia pequenos grupos de radiologistas poderiam articular-se com centros académicos para fornecer serviços consultivos para casos seleccionados. Existe uma cultura na classe médica de consulta e confrontação de opiniões, como por exemplo na patologia, que por motivos logísticos e operacionais não se desenvolveu na



radiologia. A teleradiologia apresenta as funcionalidades ideais para efectuar este cruzamento de ideias e opiniões.

## 2.5 Síntese

Após a análise efectuada anteriormente é fácil perceber que a introdução de mecanismos de teleradiologia no fluxo de trabalho permitiu que este deixe de estar condicionado a ser realizado integralmente no mesmo local e possa passar a ser efectuado em locais diferentes. Para além de serem efectuados em locais diferentes, serão efectuados por especialistas ao abrigo de acordos celebrados entre as partes de forma apriorística ou à medida das necessidades dos participantes.

A natureza destes acordos poderá ser económica e/ou técnica, no entanto esta desagregação do fluxo de trabalho terá como grande vantagem o tornar acessível a clínicas e médicos, que anteriormente não dispunham de acesso, ou não o julgavam como economicamente rentável, a possibilidade de aceder a um conjunto de serviços de carácter radiológico que se prevê que tenha tendência a aumentar ao longo do futuro próximo.

Sendo a prioridade de qualquer actividade imagiológica a segurança do paciente e a qualidade da interpretação da imagem [23], deveremos mantermo-nos atentos a questões como a segurança dos dados dos pacientes, o custo da realização da actividade quer de realização do exame, quer de interpretação, a acreditação dos elementos que realizam as diferentes tarefas e a satisfação dos profissionais envolvidos [38].

No entanto, do cruzamento de todas as mensagens referidas ao longo deste capítulo, resulta que uma das grandes dificuldades é a integração dos diferentes sistemas de radiologia, o que dificulta a implementação de mecanismos de *outsourcing* que optimizem o processo de realização e interpretação do exame radiológico. Conforme foi referido, a troca de dados de pacientes, nomeadamente a nível de imagens, entre instituições onde os pacientes recebem cuidados de saúde continuam a ser um problema para o qual não existe uma solução consensual. Para além disso verifica-se que ainda não estendeu a integração do fluxo de trabalho até ao ponto de permitir a articulação dos relatórios de exames com as imagens e as listas de trabalho.

Igualmente, na actualidade, com a emergência de pequenos centros de imagiologia equipados com um PACS, temos um vasto repositório de imagens e estudos armazenados localmente sem que se encontrem integrados numa *framework* de partilha de imagens. Este é um factor limitador da qualidade do serviço prestado ao paciente, nomeadamente em termos de assegurar a cobertura de áreas não servidas por radiologistas em tempo útil, reduzir listas de espera e tempos de acesso, consultar outros especialistas e cortar nos custos de prestação de serviços.

Uma das principais dificuldades com que os radiologistas se confrontam actualmente está relacionada com a falta de integração dos sistemas de gestão de imagens radiológicas fora do ambiente hospitalar. Assim, as imagens residentes noutros sistemas de informação estão impedidas de se integrar de forma articulada quando utilizadas em mecanismos de teleradiologia, dificultando a implementação de mecanismos de *outsourcing*.

Como corolário das mensagens apresentadas, descortina-se uma oportunidade de, aplicando os conceitos de telemedicina e teleradiologia, poder repensar a forma como são prestados os serviços e a forma como a tecnologia pode suportar uma mudança de paradigma. Esta mudança de paradigma, baseada na desagregação do processo de prestação de serviço e na integração dos sistemas dos diferentes prestadores de serviços ao longo da cadeia, será explicitada nos próximos capítulos.





# Capítulo 3

---

## 3 Serviços de radiologia: a situação em Portugal

Ao longo dos últimos 30 anos, sucessivos governos portugueses têm-se esforçado por modernizar todos os sectores da economia, tendo em vista a obtenção de um país mais coeso e forte [97]. Apesar de estes esforços terem contribuído para reduzir o fosso que se verifica globalmente em relação aos outros países da União Europeia [98], levou em alguns casos a um país mais assimétrico em que uma clara distinção pode ser efectuada entre regiões costeiras e interiores em termos de variáveis económicas e de saúde [99].

Sendo as medidas infra-estruturais usadas em Portugal no campo da saúde uma ferramenta para a implementação de políticas de desenvolvimento regional, esta metodologia torna-se problemática quando utilizada em regiões subdesenvolvidas para modernizar hospitais através da aquisição de equipamento “estado-da-arte”, nomeadamente na área da imagiologia [100, 101].

Este equipamento geralmente não é utilizado na totalidade do seu potencial, provocando uma subutilização do investimento efectuado e servindo de forma deficiente a população que pretende alcançar, apesar de se tratar de regiões com populações envelhecidas que, por natureza, requerem maiores cuidados de saúde [102].

São aventadas múltiplas causas para esta assimetria no aproveitamento do equipamento, mas uma das mais frequentemente mencionadas [103] é a incapacidade de atrair para as regiões interiores do país radiologistas especializados que possam interpretar atempadamente os exames, de forma a tirar o máximo partido do equipamento instalado [104, 105]. Esta assimetria leva a que também exista uma percepção que existe uma sobre utilização do equipamento nas regiões costeiras (mesmo tendo em conta a densidade populacional) [9].

Tendo sido um dos principais objectivos do Plano Nacional de Saúde 2004-2010 a equidade no acesso aos serviços de saúde, é nele referido que para atingir este objectivo os pacientes deveriam ser capazes de serem correctamente diagnosticados sem que tivessem

que percorrer distâncias significativas e serem sujeitos a tempos de espera significativos, ocorrendo este diagnóstico preferencialmente ao nível dos cuidados primários, de forma simples e eficaz [1].

Neste capítulo pretendemos saber se, apesar da boa distribuição de equipamento existente no país, existe um desequilíbrio na execução e interpretação dos exames e se este desequilíbrio pode ser mitigado por soluções baseadas em tecnologia.

### 3.1 As assimetrias no sistema de saúde português

Nesta secção pretende-se analisar a questão da equidade no sistema de saúde português e a forma como este factor, ou a falta dele, afecta o bom desempenho do sistema e cria ineficiências e insatisfação de todos os participantes, desde o paciente aos profissionais.

Sendo a equidade definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a ausência de diferenças sistemáticas, e potencialmente evitáveis, em um ou mais aspectos da saúde entre grupos populacionais caracterizados social, geográfica ou demograficamente, um aspecto fundamental será o acesso a cuidados de saúde de qualidade em função das necessidades clínicas dos cidadãos [106].

Neste caso serão identificados os factores que influenciam as assimetrias, nomeadamente no acesso aos cuidados de saúde do tipo imagiológico, com base nos modelos de acesso a serviços de saúde [107-110].

O acesso aos cuidados de saúde pode ser condicionado por cinco dimensões, que no caso do nosso trabalho iremos reduzir a quatro:

A dimensão da **disponibilidade** está relacionada com a existência de uma oferta adequada de serviços que possibilite a sua utilização, estando igualmente dependente da cobertura da rede de serviços existente.

A **proximidade** refere-se à acessibilidade física ou geográfica dos cuidados, estando intimamente relacionada com a dimensão anterior, pelo que será considerada com uma só em termos de **assimetria**.

A dimensão dos **custos** refere-se aos custos incorridos no consumo de serviços de saúde, os quais podem incluir os encargos directos com a aquisição de cuidados, com os custos de transporte para lhes aceder e os custos de espera para atendimento. Os custos podem estar condicionados pela posse de seguros de saúde ou subsistemas públicos.

A dimensão de qualidade está relacionada não só com a qualidade dos serviços prestados, mas também com a organização dos mesmos em termos de horários de funcionamento, marcação de consultas e integração de cuidados, num esforço de **optimização** e racionalização de funcionamento do sistema.

A dimensão de **satisfação** avalia se a prestação de cuidados de saúde corresponde às necessidades e expectativas dos pacientes, sendo que os serviços devem estar adequados às características dos diferentes grupos populacionais.

### **3.1.1 Uma análise sectorial da saúde**

Ao analisar sectorialmente o sector da saúde, é possível identificar as iniquidades existentes ao nível socioeconómico e geográfico no acesso aos cuidados de saúde, apesar das melhorias que se têm verificado no sistema.

Nesta análise, foram considerados apenas os factores que contribuem para a realização de um processo imagiológico, sendo que nos cuidados primários os médicos de clínica geral são responsáveis pelo acompanhamento do paciente e pela sua referenciação para os cuidados especializados ou para a realização de meios complementares de diagnóstico e terapêutica. A verificação de desigualdades a este nível repercute-se nos restantes níveis de cuidados de saúde, pelo que deverá ser analisada a distribuição destes profissionais de saúde.

Nos cuidados secundários, de acordo com um estudo da OCDE [111], verificou-se que as iniquidades na utilização dos cuidados especializados em Portugal variavam em função da existência de seguros ou da desigual distribuição geográfica dos cuidados especializados, mas estes não são, segundo os autores do estudo, os únicos factores responsáveis pelas variações observadas.

Relativamente aos meios complementares de diagnóstico e terapêutica (MCDT), foi analisado [112] a equidade na prestação de meios complementares de diagnóstico nomeadamente a utilização de análise clínicas, radiografias e electrocardiograma, sendo que os índices de equidade espelham os resultados encontrados para consultas de especialidade.

### **3.1.2 Uma análise matricial**

Com base na segmentação do sector da saúde em cuidados de saúde primários, secundários e respectivos meios complementares de diagnóstico e terapêutica, Pereira e Furtado [110] analisaram a problemática das assimetrias para as quatro dimensões anteriormente descritas, tendo chegado a conclusões apresentadas de forma sintética na Tabela 3.1:

Tabela 3.1: Tabela síntese de análise de assimetrias no sector da saúde em Portugal

	Cuidados de Saúde Primários	Cuidados de Saúde Secundários	MCDT
<b>Assimetria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pacientes sem médico de família.</li> <li>•Distribuição desigual de recursos (físicos e humanos) ao longo do território.</li> <li>•Pouca divulgação de mecanismos para ultrapassar barreira da distância, nomeadamente reembolsos associados ao custo de deslocação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Oferta reduzida de determinadas especialidades médicas (ex. estomatologia, psiquiatria ou dermatologia) na rede pública de cuidados de saúde;</li> <li>•Distribuição desigual de recursos (físicos e humanos) ao longo do território.</li> <li>•Pouca divulgação de mecanismos para ultrapassar barreira da distância, nomeadamente reembolsos associados ao custo de deslocação.</li> </ul>	•N/A
<b>Custos</b>	•Pagamento no acto de consulta de uma taxa moderadora fixa.	•Pagamento no acto de consulta de uma taxa moderadora fixa.	•As taxas moderadoras dos MCDT atingem em determinados actos valores que podem constituir um esforço financeiro elevado.
<b>Optimização</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Variabilidade no processo de referenciação dos cuidados primários para os cuidados especializados.</li> <li>•Não integração de cuidados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Variabilidade no processo de referenciação dos cuidados primários para os cuidados especializados.</li> <li>•Não integração de cuidados.</li> <li>•Elevados tempos de espera no sector público para consultas de especialidade.</li> </ul>	•N/A
<b>Satisfação</b>	•N/A	•N/A	•Dificuldades na orientação entre os diferentes níveis de cuidados e especialidades por parte dos indivíduos com menor escolaridade e mais idosos.

### 3.1.3 Recomendações para o Plano Nacional de Saúde 2011-2016

Esta análise originou um conjunto de recomendações para o Plano Nacional de Saúde 2011-2016 em termos de equidade e acesso aos cuidados de saúde que se podem estender ao sector específico da radiologia.

Para os cuidados de saúde primários, deverão ser salvaguardados os requisitos técnicos que garantem a efectividade das prestações de serviços, devendo os cuidados ser prestados perto do local de residência dos pacientes, diminuindo deste modo os custos inerentes à deslocação e tempo despendido.

Ainda ao nível dos cuidados de saúde primários é essencial que o utente tenha acesso atempado (num período de 24 horas) a um profissional de saúde sempre que necessite. Os serviços devem organizar-se para conseguirem atingir este objectivo, quer através da capacidade instalada quer em articulação com outros centros de saúde ou unidades de saúde familiar.

Em todos os níveis de cuidados (primários e secundários) o tempo de espera deve ser reduzido aos tempos máximos definidos, para que se possam obter os melhores resultados de saúde, sendo necessário assegurar que estes são cumpridos e que as instituições sejam responsabilizadas pelos resultados obtidos.

As variações na qualidade do tratamento hospitalar entre regiões ou entre grupos populacionais são injustas e devem por isso ser evitadas. A definição de protocolos de referenciação e tratamento são imprescindíveis para assegurar a equidade na qualidade do tratamento.

Quando a eficiência técnica não permite a disponibilização de determinados cuidados perto do local de residência devem utilizar-se as tecnologias de informação. Recomenda-se para tal a utilização de práticas que asseguram simultaneamente a qualidade dos cuidados prestados e a proximidade na prestação, sendo a solução a adoptar a telemedicina.

## **3.2 Dados e metodologia**

Depois de efectuar a validação qualitativa, procede-se à validação quantitativa para o caso da radiologia em Portugal.

Para tal, recolhemos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística relativos ao ano de 2007, disponíveis quanto à população, Produto Interno Bruto (PIB), médicos quanto ao local de residência, médicos quanto a especialidade, hospitais, equipamento hospitalar e exames de diagnóstico imagiológico efectuado [113]. O equipamento foi desagregado de acordo com a modalidade e o exame imagiológico efectuado foi contado apenas como um acto por pedido, independentemente do número de imagens obtidas.

### **3.2.1 Segmentação de dados**

De uma análise preliminar do país de acordo com as suas dimensões infra-estruturais e de disponibilidade de recursos humanos, verificamos que existe uma distribuição equitativa de equipamento pelo país. Contudo, existe uma grande concentração de radiologistas nas três principais cidades do país (Lisboa, Porto e Coimbra), e, em menor grau, ao longo da zona costeira do país [102, 114].

Esta distribuição faz de Portugal um país com três regiões distintas. A primeira região é composta por estas três grandes cidades (Metro), onde se encontram disponíveis recursos humanos e infra-estruturais em termos de imagiologia. Uma segunda região (Costeira), onde temos concentrados, ainda que em menor grau, boas infra-estruturas e recursos humanos, sendo que a terceira região (Interior), tem disponíveis recursos imagiológicos em termos de equipamento, mas os recursos humanos não são os ideais.

Esta segmentação comporta-se de acordo com a segmentação geográfica apresentada na Figura 3.1, e que se encontra caracterizada de acordo com as três regiões nos dados encontrados na Tabela 3.2.

Para analisar os dados agregados, tratámo-los de acordo com duas dimensões representadas na Figura 3.2.

A primeira, de acordo com a dificuldade em efectuar o exame em termos de equipamento e pessoal, desde a necessidade de ter um técnico de radiologia que efectue o exame de raio-X ou um exame de mamografia até ao médico radiologista que efectue uma ecografia ou supervisione a realização de uma ressonância magnética [115, 116].



Figura 3.1: Regiões NUTS III portuguesas e a sua segmentação para efeitos de análise.

Tabela 3.2: Principais dados técnico-económicos portugueses segmentados de acordo com as três regiões consideradas para este estudo (Dados de 2007).

	Interior	Costeira	Metro	Total
<b>Superfície (%)</b>	69,14 %	26,24 %	4,62 %	92.090 km <sup>2</sup>
<b>População Residente (%)</b>	32,87 %	32,85 %	34,28 %	10.617.575
<b>PIB a Preços Correntes (%)</b>	24,07 %	29,53 %	46,29 %	163.119.000.000 €
<b>Equipamento imagiológico de diagnóstico (%)</b>	23,28 %	30,47 %	45,18 %	653
<b>Raio-X</b>	22,97 %	31,76 %	43,24 %	148
<b>Mamografia</b>	26,60 %	32,98 %	39,96 %	94
<b>Eco-Angio</b>	21,16 %	32,22 %	46,03 %	189
<b>TAC-RM-Outro</b>	23,87 %	27,93 %	48,20 %	222
<b>Exames imagiológicos (%)</b>	21,48 %	26,91 %	50,56 %	9.289.270
<b>Raio-X</b>	21,52 %	28,52 %	47,52 %	5.971.303
<b>Mamografia</b>	12,58 %	27,46 %	69,22 %	353.166
<b>Eco-Angio</b>	16,37 %	25,22 %	59,80 %	1.673.955
<b>TAC-RM-Outro</b>	17,99 %	24,76 %	56,64 %	1.290.846
<b>Radiologistas (%)</b>	11,79 %	16,56 %	71,76 %	772
Fonte de dados: Instituto Nacional de Estatística – Dados de População e condições sociais para 2007				

A segunda dimensão está relacionada com a complexidade de interpretar o exame realizado, onde alguns dos exames podem ser considerados legíveis pelos médicos de clínica geral que referenciaram a sua realização, ao passo que outros requerem a intervenção de radiologistas especializados, ou mesmo a intervenção cumulativa de equipas multidisciplinares para fornecer múltiplas opiniões [117].

Seguindo este tratamento, dividimos os dados imagiológicos de acordo com a modalidade em que o exame teve lugar e agregámos a contribuição das instituições públicas e privadas [118].





Figura 3.2: Matriz de classificação de exames imagiológicos de acordo com requisitos de realização e interpretação.

### 3.2.2 Análise estatística

A análise das desigualdades na área da saúde pode ser efectuada utilizando as “curvas de Lorenz” e o “coeficiente de Gini”. Segundo diversos autores [119-121] e as recomendações da Organização Mundial de Saúde sobre o assunto [122, 123], estas são as ferramentas metodológicas mais adequadas para o tratamento do assunto.

Os coeficientes de concentração estudam as desigualdades na distribuição de recursos humanos e equipamento na saúde de acordo com as necessidades da população. Contudo, as necessidades da população podem variar de acordo com o desenvolvimento económico do país sob estudo e as necessidades históricas intrínsecas à população.

Um indicador típico de desigualdade é a densidade populacional, o que faz com que os recursos humanos e os equipamentos possam ser caracterizados numa base *per capita* [124].

O coeficiente de Gini sumariza a desigualdade relativa entre unidades geopolíticas agregadas, variando entre 0 e 1 sendo 0 uma perfeita igualdade e 1 uma completa desigualdade, que ocorre quando um dos elementos da variável se encontra numa só área geográfica. [125, 126].

Associado ao coeficiente de Gini temos a curva de Lorenz, utilizada para determinar a distribuição óptima de bens, serviços, rendimento, condições de vida e sanitárias [127].

O coeficiente de Gini é calculado de acordo com a seguinte fórmula [128]:

$$G = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} (Y_{i+1} + Y_i)(X_{i+1} - X_i)$$

O  $i$  representa cada região geográfica,  $Y_i$  é a proporção cumulativa da variável sob estudo (por exemplo: radiologistas) e  $X_i$  é a proporção cumulativa da variável população, sendo  $k$  o número total de regiões geográficas analisadas.

### 3.3 Análise de dados

Na Tabela 3.2 podemos ver a distribuição de superfície, Produtos Interno Bruto (PIB), equipamento imagiológico, exames e radiologistas de acordo com as regiões anteriormente apresentadas. As correspondentes curvas de Lorenz são apresentadas na Figura 3.3.

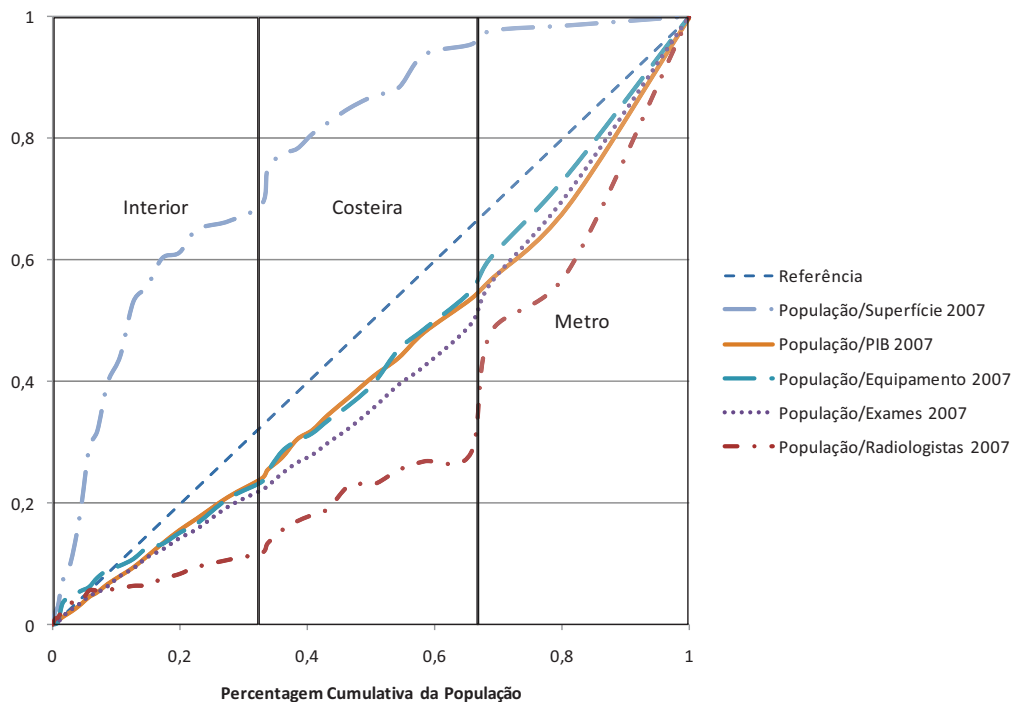


Figura 3.3: Curvas de Lorenz para a distribuição de equipamento, exames e radiologistas, em Portugal, em 2007.

A tabela Tabela 3.3 apresenta os coeficientes de Gini, com base na distribuição de população.

Mediante a aplicação da metodologia anteriormente mencionada, a população é inserida cumulativamente das regiões interiores menos povoadas, seguidas das regiões costeiras, pela mesma ordem, até às regiões metro, sendo a correspondente variável independente, relacionada com o fornecimento de cuidados de saúde, apresentada cumulativamente. Esta variável está relacionada com superfície, produto interno bruto, equipamento, exames e radiologistas.

Tabela 3.3: Coeficientes de Gini de acordo com dados técnico-económicos, baseados na distribuição de população.

Curva de Lorenz	Coeficiente de Gini
Relacionando distribuição de população e superfície	(0,57)
Relacionando distribuição de população e PIB	0,15
Relacionando distribuição de população e equipamento	0,12
Relacionando distribuição de população e exames	0,18
Relacionando distribuição de população e radiologistas	0,35

Para obter uma análise mais detalhada do equipamento imagiológico e dos exames, foi aplicada a mesma metodologia a estas variáveis, de acordo com os critérios de segmentação apresentados na Figura 3.2. Os dados foram processados de acordo com a análise do coeficiente de Gini e as correspondentes curvas de Lorenz são apresentadas na Figura 3.4 para equipamento imagiológico e na Figura 3.5 para os exames.

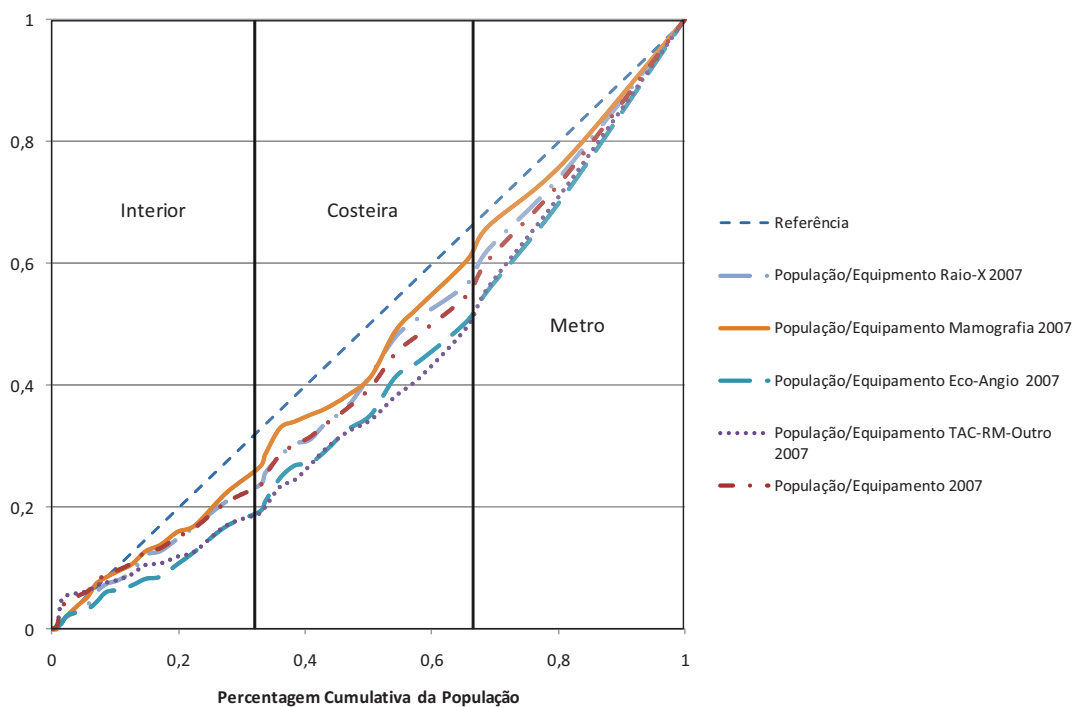


Figura 3.4: Curvas de Lorenz para a distribuição dos diferentes tipos de equipamentos, em Portugal, para 2007.

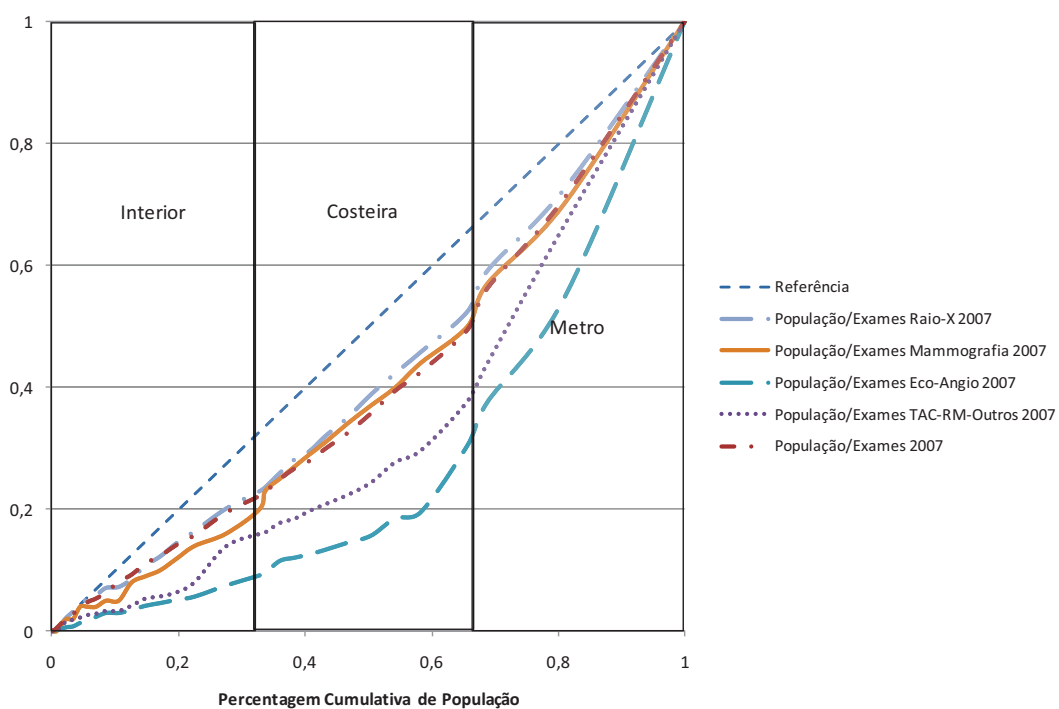


Figura 3.5: Curvas de Lorenz para a distribuição dos diferentes tipos de exames, em Portugal, para 2007.

Na Tabela 3.4 podem ser consultados os coeficientes de Gini (*Gcoef*) obtidos.

No que diz respeito à localização e ao número de radiologistas, este é consistente ao longo dos anos, não sofrendo grandes alterações geográficas nem evoluindo a ritmos significativos [129].

Tabela 3.4: Coeficientes de Gini de acordo com dados imagiológicos, baseados na distribuição de população.

Curva de Lorenz	Coeficiente de Gini
Relacionando distribuição de população e equipamento Raio-X	0,11
Relacionando distribuição de população e exames Raio-X	0,15
Relacionando distribuição de população e equipamento Mammo	0,08
Relacionando distribuição de população e exames Mammo	0,19
Relacionando distribuição de população e equipamento Eco-Angio	0,19
Relacionando distribuição de população e exames Eco-Angio	0,43
Relacionando distribuição de população e equipamento TAC-RM-Outros	0,19
Relacionando distribuição de população e exames TAC-RM-Outros	0,31

### 3.3.1 Relação entre dados

O ponto de partida para a análise é a grande assimetria na distribuição de população que existe em Portugal, onde as áreas do interior correspondem a sensivelmente 69% do território que contém apenas 33% da população (Figura 3.1). Consultando a Tabela 3.3, é possível verificar que a distribuição de equipamento (*Gcoef* 0,12) e de realização de exames (*Gcoef* 0,18) se encontram alinhadas com a distribuição de população.

A primeira conclusão é a de que temos proporcionalmente menos equipamento que população nas regiões do interior e que o inverso ocorre nas áreas costeiras e metropolitanas (Tabela 3.2). Contudo esta diferença não é significativa, sendo que a distribuição do equipamento se encontra alinhada com o indicador assimetria de criação de riqueza (0,12 contra 0,15).

É também evidente a enorme assimetria entre a distribuição de população e a distribuição de radiologistas, com um coeficiente de Gini de 0,35 (Tabela 3.3), com as regiões metro a concentrar 72% dos radiologistas contra apenas 12% nas regiões interiores.

É também possível verificar que existe uma grande diferença entre a distribuição de equipamento e de exames, com menos exames a serem produzidos nas regiões interior (23% contra 21%), sendo o oposto nas regiões metro (45% contra 51%). Este facto pede que seja analisado com mais detalhe, nomeadamente de acordo com a segmentação efectuada por modalidade, conforme pode ser encontrado na Tabela 3.4. No geral, a distribuição de equipamento segue a da população, com especial ênfase nas modalidades menos exigentes em termos de execução, como equipamento de raio-X, com um coeficiente de Gini de 0,11 e o equipamento de mamografia, com um coeficiente de Gini de 0,08.

No que diz respeito à distribuição de exames, as modalidades anteriormente referidas também seguem a distribuição de população, sendo a assimetria verificada nas modalidades mais exigentes em termos de interpretação, como a “Eco-Angio” com coeficiente de Gini de 0,43 e os exames de “TAC-RM-Outros” com um coeficiente de Gini de 0,31. Isto significa que equipamento complexo estava a ser subutilizado nas regiões interiores, devido à falta de radiologistas que efectuem a sua interpretação.

Da análise anteriormente realizada, concluímos que quanto mais complexa é a execução e interpretação de um exame, mais provável se torna que ele seja executado numa área metropolitana, onde se encontram concentrados os radiologistas. Apesar do equipamento se encontrar disponível no interior, não abundam recursos clínicos, o que leva a uma subutilização e potencial atraso nos serviços imagiológicos prestados aos pacientes dessas áreas.

Em resumo, os equipamentos de imagiologia médica seguem a distribuição de população portuguesa, tomando igualmente em conta a sua produtividade económica em termos de produto interno bruto (PIB). No geral existe uma boa distribuição de exames que, no entanto, não é tão boa como a distribuição de equipamento devido às modalidades mais exigentes em termos de interpretação. Finalmente, os radiologistas encontram-se concentrados em pequenas regiões, ressaltando da análise efectuada ao fluxo de imagens, desde a sua criação até à sua interpretação, a oportunidade de efectuar algum do trabalho “à distância”, complementado por algum do trabalho efectuada *in loco* por um técnico de radiologia em contacto com o paciente.

### **3.4 Proposta e discussão de cenários futuros**

Com base nos resultados da nossa análise, e num conjunto de modelos de negócio emergentes para a área da radiologia [69], podemos descrever quatro possíveis futuros cenários, bem como as possíveis implicações e consequências da sua implementação

(Figura 3.6): “Opção Zero”, “Relocação Forçada”, “Teleradiologia Básica” e “Mercado de Imagens”.

O primeiro cenário, “Opção Zero”, consiste em manter o actual *status quo*. Esta opção poderá resultar em continuar com as assimetrias na prestação de serviços e na realização de exames, mesmo que continue uma política de colocação de equipamento nas regiões do interior.

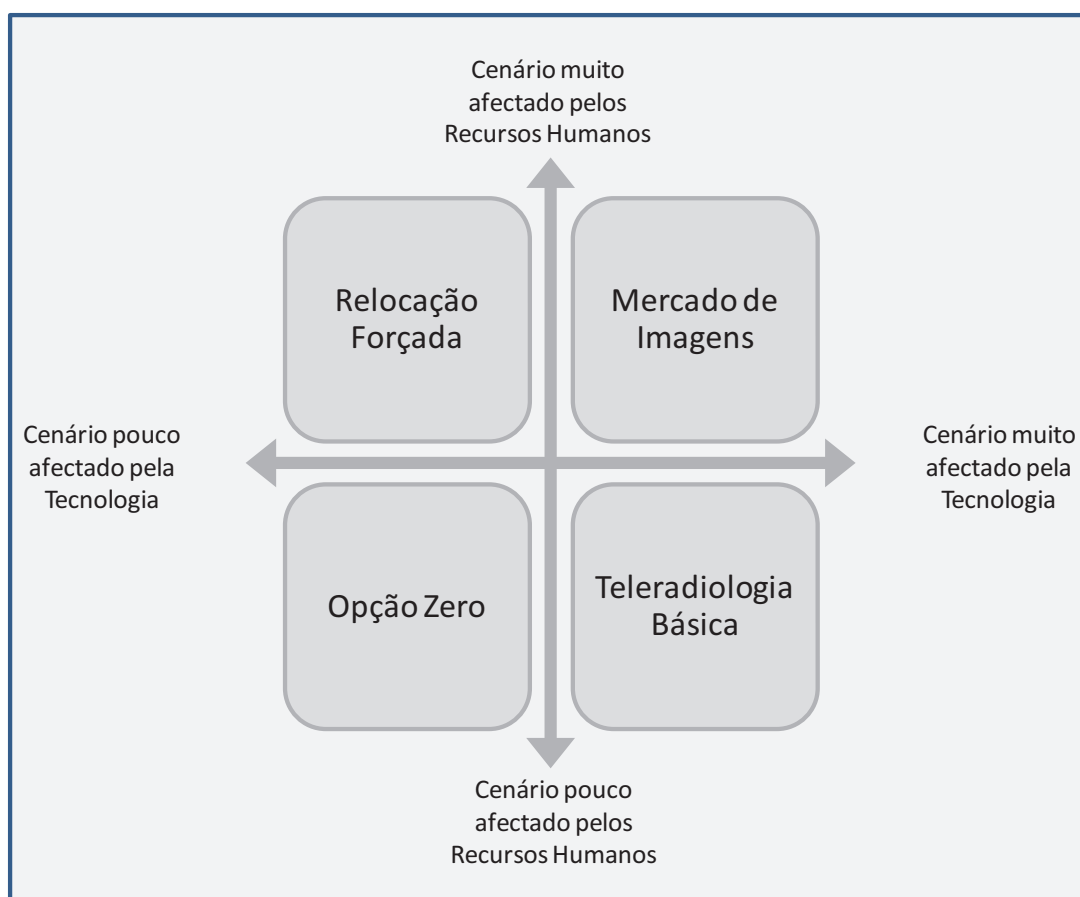


Figura 3.6: Matriz de cenários e respectivas variáveis de análise.

No segundo cenário, “Relocação Forçada” a política de colocação de equipamento é mantida, sendo no entanto acompanhada de uma política proactiva de envio de recursos humanos especializados para as regiões do interior, utilizando incentivos financeiros ou outro tipo de benefícios fiscais.

No terceiro cenário, “Teleradiologia Básica”, assume-se que a actual política de distribuição de recursos humanos especializados é deixada intacta, sendo, por outro lado, reforçada a política de implementação de equipamento imagiológico em regiões do interior. Permite-se contudo a introdução de sistemas de teleradiologia que agilizam o

processo, mas mantêm o mesmo método de referenciação entre os profissionais de saúde. Este método de referenciação é alcançado através de acordos clínicos entre várias entidades do sistema de saúde previamente coordenados.

O quarto cenário, “Mercado de Imagens”, assume os pressupostos do cenário “Teleradiologia Básica” com um fluxo de interpretação de imagens mais ágil, sendo assumido que existe um mecanismo de *brokerage* que consegue entregar o exame para ser interpretado por um radiologista que melhor preenche os requisitos especificados pela entidade compradora em termos de qualidade, tempo para efectuar a interpretação e custo.

Em cada um dos cenários será analisado o comportamento qualitativo dos cenários de acordo com as quatro dimensões anteriormente apresentadas, e que condicionam o acesso aos cuidados de saúde:

- Primeiro, analisaremos como a implementação do cenário pode afectar as **assimetrias** em termos de execução e fluxo de trabalho de interpretação do exame;
- Em segundo lugar, como a implementação do cenário tem impacto no **custo** total do exame e nos factores compensação financeira dos profissionais, matérias-primas utilizadas e infra-estrutura de telecomunicações utilizada;
- Em terceiro lugar, como o cenário permite a **optimização** do uso de equipamento já instalado e tem impacto na aquisição de equipamento no futuro;
- Finalmente, como a implementação do cenário influencia a **satisfação** do paciente e do pessoal clínico envolvido em termos de fluxo de trabalho, tempos de espera e selecção de especialista.

### 3.4.1 Cenário “Opção Zero”

Ao analisar o comportamento das variáveis quando sujeitas ao cenário “Opção Zero” é previsível que as assimetrias se mantenham com o tempo, dado que as políticas de implementação de equipamento continuarão em vigor, sem que sejam compensadas por uma política eficaz de gestão de recursos humanos que compensem a instalação de equipamento e permitam de alguma forma reduzir os custos envolvidos na interpretação do mesmo.

O equipamento continuará a ser distribuído pelo território garantindo a cobertura geográfica, sem contudo ter a utilização ideal e levando a situações de eventual sobredimensionamento.

A satisfação dos pacientes tenderá a diminuir com o tempo devido a maiores tempos de espera para interpretação de exame e consulta de seguimento com médico requisitante.

Na Tabela 3.5, pode ser encontrado um sumário das características deste cenário.



Tabela 3.5: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Opção Zero” nas quatro variáveis consideradas.

Opção Zero	Pontos Positivos	Zona Cinzenta	Pontos Negativos	Balanço
Reduzir as assimetrias na execução do exame		Continuação de assimetrias dado que <i>ceteris paribus</i>		Neutral
Reduzir o custo total do exame e dos seus componentes		Não é tomada nenhuma acção		Neutral
Optimizar a utilização do equipamento e futuros desenvolvimentos	Política de instalação de equipamento e cobertura		Eventual sobredimensionamento	Neutral
Maior satisfação do Paciente e do Médico			Menor satisfação dos pacientes	Negativo

### 3.4.2 Cenário “Relocação Forçada”

Com a implementação do cenário “Relocação Forçada” as assimetrias serão atenuadas em termos de recursos humanos. Contudo o custo necessário para que esta atenuação tenha lugar, assumindo que cobre completamente as perdas de receita que os profissionais sofrem com a deslocação, irá fazer com que a componente de compensação do custo do exame aumente. Várias tentativas infrutíferas de implementação deste cenário foram efectuadas pelo Ministério da Saúde português ao longo dos últimos anos, tendo a mais recente consistido num subsídio de 750€ mensais para todo o jovem médico que pretenda completar a sua especialização num hospital do interior [130].

Em termos de equipamento este continuará a ser distribuído pelo território garantindo a cobertura geográfica, agora com uma utilização mais racional, e em termos de satisfação do paciente, esta poderá aumentar por uma melhor qualidade do serviço prestado em termos de tempo de resposta.

Quanto à satisfação do radiologista, se numa fase inicial, a compensação monetária pode ser um incentivo, no médio-longo prazo, a escassez de oportunidades profissionais poderá levar a uma insatisfação profissional, anulando os benefícios.

Na Tabela 3.6, pode ser encontrado um sumário das características deste cenário.

Tabela 3.6: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Relocação Forçada” nas quatro variáveis consideradas.

Relocação Forçada	Pontos Positivos	Zona Cinzenta	Pontos Negativos	Balanço
Reduzir as assimetrias na execução do exame	Atenuação de assimetria com relocação de profissionais			Positivo
Reduzir o custo total do exame e dos seus componentes			Custo com relocação de profissionais	Negativo
Optimizar a utilização do equipamento e futuros desenvolvimentos	Utilização mais racional			Positivo
Maior satisfação do Paciente e do Médico	Paciente com melhor qualidade de serviço e tempo de resposta		Insatisfação por escassez de oportunidades profissionais	Soma Zero – Neutral

### 3.4.3 Cenário “Teleradiologia Básica”

A implementação de mecanismos de comunicação ponto a ponto, ligando médicos referenciadores e radiologistas permitirá acelerar o fluxo de trabalho sem entrar em conflito com a forma como se encontra distribuído o equipamento e os recursos humanos ao longo do país.

De acordo com um caso de estudo efectuado no Canadá para o caso da imagiologia de diagnóstico [131], a estrutura de custos do exame será alterada dado que o seu suporte físico (película onde o exame é impresso) se torna desnecessário e deixa de existir necessidade de armazenamento físico. Dado que o processo de referênciação é mais simples e rápido, mais pedidos serão induzidos e mais trabalho será solicitado ao radiologista.

No entanto, todo o sistema será suportado na utilização de uma infra-estrutura de telecomunicações que, consoante a sua utilização, poderá anular alguns dos ganhos obtidos anteriormente. Para além disso, requer a utilização de equipamento digital integrado que permita a realização de actividades de teleradiologia que maximizam a utilização das modalidades.

No final, quer o médico referenciador quer o radiologista melhorarão a sua produtividade, o tempo de resposta será reduzido e as necessidades clínicas do paciente serão melhor atendidas, evitando deslocações e transferências dispendiosas e desnecessárias [132].

Contudo, a interligação entre os participantes será ainda baseada em acordos clínicos pré-concertados, fazendo com que as interligações entre as partes sejam apenas do tipo “ponto a ponto”. Esta forma de interligação não é propícia à competição entre prestadores de serviço, não estimulando a procura do “radiologista certo, para o exame certo, pelo preço certo”.

Existem em Portugal alguns cenários de “Teleradiologia Básica” implementados, principalmente nas regiões do interior norte [78, 133]. Contudo, não foi encontrada na literatura uma abordagem sistematizada ao assunto de um ponto de vista integrado e nacional, ou uma avaliação sistemática dos investimentos efectuados até à data.

Na Tabela 3.7, pode ser encontrado um sumário das características deste cenário.

Tabela 3.7: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Teleradiologia Básica” nas quatro variáveis consideradas.

Teleradiologia Básica	Pontos Positivos	Zona Cinzenta	Pontos Negativos	Balanço
<b>Reduzir as assimetrias na execução do exame</b>	Existe maior produtividade e rapidez na resposta a todos os utilizadores independentemente da sua localização			Positivo
<b>Reduzir o custo total do exame e dos seus componentes</b>	Evita deslocações dispendiosas Elimina suporte e armazenamento físico	Interligação baseada em acordos pré-concertados não estimulando concorrência entre actores	Necessidade de utilizar infra-estrutura de comunicações Requer a utilização de equipamento mais complexo e caro	Soma Zero – Neutral
<b>Optimizar a utilização do equipamento e futuros desenvolvimentos</b>	Permite maximizar a utilização das modalidades de equipamento	Requer equipamento digital integrado		Positivo
<b>Maior satisfação do Paciente e do Médico</b>	Maior volume de trabalho para radiologista Menor tempo de resposta para paciente			Positivo

### 3.4.4 Cenário “Mercado de Imagens”

No cenário “Mercado de imagens” é possível reduzir a existência de assimetrias mediante a interligação de todos os locais e todos os médicos (clínica geral e radiologistas), permitindo a procura do radiologista mais adequado que se encontra disponível para efectuar um determinado serviço que se pretenda. Para além disso, o custo do exame pode ser reduzido mediante a introdução de um sistema de licitação que crie mecanismos de competição entre as partes interessadas em prestar um dado serviço.

A desmaterialização do exame, enviado agora de forma digital, contribui para a redução do custo total. Contudo, a implementação da infra-estrutura de comunicações entre as partes, bem como o desenho e operação do sistema de *software* que faz a gestão da relação entre as diferentes partes, bem como a sua manutenção, deve ser tomada em consideração, para além das taxas que possam ser exigidas pelo gestor do mercado onde o processo negocial tem lugar [134, 135].

Este cenário aumenta a satisfação do paciente e do médico referenciador. Contudo, pode diminuir a satisfação de alguns dos radiologistas envolvidos que verão o seu rendimento por exame diminuir. Contudo, se um grande número de radiologistas for aceite no mercado, será possível adequar melhor o grau de dificuldade dos exames às qualificações dos radiologistas, sendo possível ter radiologistas mais experientes (ou com um tipo específico de qualificações) a executar um trabalho mais exigente (logo mais caro) de interpretação, ao passo que um radiologista menos experiente (ou menos qualificado) poderá efectuar a interpretação de exames mais simples [136].

Com a implementação deste cenário, será possível reduzir também os exames efectuados em duplicado, bem como a exposição total de radiação do paciente [137], dado que os pacientes não estarão disponíveis fisicamente para consulta pelo radiologista [138], sendo que os níveis de utilização de equipamento nas áreas metro e costeira serão reduzidos em

compensação, ao passo que os níveis de utilização do equipamento disponível no interior poderá aumentar.

Tabela 3.8: Sumarização da implementação do impacto do cenário “Mercado de Imagens” nas quatro variáveis consideradas.

Mercado de Imagens	Pontos Positivos	Zona Cinzenta	Pontos Negativos	Balanço
<b>Reduzir as assimetrias na execução do exame</b>	Interligação de todos os locais e todos os profissionais			Positivo
<b>Reduzir o custo total do exame e dos seus componentes</b>	Custo de interpretação reduzido mediante licitação Desmaterialização de exame		Custo de implementação, desenho, operação e manutenção de sistema	Positivo (considerando os custos das comunicações)
<b>Optimizar a utilização do equipamento e futuros desenvolvimentos</b>	Redução de exames duplicados Racionalização de utilização de equipamento			Positivo
<b>Maior satisfação do Paciente e do Médico</b>	Escolha do profissional mais adequado Maior rapidez na interpretação Melhor adequação do exame ao examinador			Positivo (com possível excepção dos radiologistas)

Assim, este cenário cumpre com os princípios de equidade e acessibilidade na saúde, sendo que os pacientes não terão que viajar longas distâncias e/ou ser sujeitos a longos períodos de espera para a realização do exame pretendido.

### 3.5 Sumário de implementação de cenários

Na Tabela 3.9 procurou-se sintetizar os resultados da análise da implementação dos quatro cenários, tendo em conta as variáveis consideradas.

Tabela 3.9: Sumarização da implementação do impacto dos quatro cenários em relação às quatro variáveis consideradas.

	Opção Zero	Relocação Forçada	Teleradiologia Básica	Mercado de Imagens
<b>Reduzir as assimetrias na execução do exame</b>	Neutral	Positivo	Positivo	Positivo
<b>Reduzir o custo total do exame e dos seus componentes</b>	Neutral	Negativo	Soma Zero – Neutral	Positivo (considerando os custos das comunicações)
<b>Optimizar a utilização do equipamento e futuros desenvolvimentos</b>	Neutral	Positivo	Positivo	Positivo
<b>Maior satisfação do Paciente e do Médico</b>	Negativo	Soma Zero – Neutral	Positivo	Positivo (com possível excepção dos radiologistas)

Após analisar os dados estatísticos disponíveis, verificou-se que existe uma assimetria na distribuição de radiologistas pelo país, apesar de esta assimetria não ser correspondida em termos de distribuição de equipamento, nomeadamente por influência de acções governamentais na alocação de verbas comunitárias.

Contudo, a assimetria na distribuição de especialistas resulta em iniquidades na produtividade na realização de exames, com os equipamentos localizados nas áreas costeiras e metropolitanas a terem uma produtividade superior, em contraste acentuado

com a produtividade do equipamento das áreas do interior que leva a atrasos e a dificuldades no acesso da população a cuidados imagiológicos.

Considerando esta situação e o modo como se desenrola o fluxo de trabalho em termos de radiologia, foram criados quatro cenários alternativos de forma a resolver o problema das iniquidades colocadas pela distribuição de radiologistas.

Depois de analisar estes quatro cenários, conclui-se que a melhor forma de resolver o problema apresentado, passa pela melhor adequação de um cenário de mercado de imagens, onde as entidades compradoras de realização do acto imagiológico (realizado por técnicos de radiologia) e da interpretação das imagens daí resultantes (realizado por médicos radiologistas), se encontram e, mediante um sistema de leilão invertido negociam o processo de compra e venda do serviço pretendido.

### **3.6 Conclusões**

A partir da análise de dados estatísticos foi possível identificar um conjunto de assimetrias na distribuição de recursos humanos na área da imagiologia, o que leva a uma utilização inadequada do equipamento disponível no país.

Da análise de quatro cenários alternativos para resolução do problema, chegámos à conclusão que o cenário “Mercado de Imagens” é aquele que mais adequadamente pode endereçar o problema do desequilíbrio na prestação dos serviços imagiológicos em Portugal.

Baseado neste pressuposto, iremos ao longo dos capítulos seguintes desenvolver uma arquitectura baseada em processos, contendo os principais requisitos para que o sistema funcione de forma adequada e alcance os objectivos de criar um mercado competitivo entre os potenciais prestadores de serviço, enquanto quase ao mesmo tempo, diminui os potenciais atrasos no fluxo de trabalho de interpretação de imagens. Igualmente iremos procurar demonstrar a sua implementabilidade do ponto de vista tecnológico e validar do ponto de vista operacional o impacto efectivo que tal mercado pode ter sobre as quatro variáveis de análise consideradas neste capítulo.

# Capítulo 4

---

## 4 Proposta de um modelo para serviços de teleradiologia

Da análise realizada no capítulo anterior, relativamente aos quatro cenários propostos, foi clara a vantagem estratégica da solução de teleradiologia baseada no conceito de mercado virtual.

Neste capítulo iremos detalhar a forma de implementação de um mercado de imagens, começando por delinear o modelo de processos e definindo posteriormente os requisitos funcionais.

A partir destas descrições, são identificados os casos de utilização (*use cases*) fundamentais para que o sistema possa operar correctamente e que contribuem para que tenhamos um modelo operacional.

O domínio é ainda modelado mediante a descrição de um conjunto de módulos (*work packages*), que agregam os diversos casos de utilização, bem como todos os actores envolvidos no sistema.

### 4.1 Arquitectura de processos

Admitindo que a relação entre compradores e vendedores segue as mesmas regras que as da aquisição de *commodities* [134, 139], foi desenvolvido um modelo conceptual onde são aplicados princípios de *brokerage* económica.

Com base no desempenho passado dos vendedores e dos compradores, o *broker* é capaz de efectuar um encontro apriorístico entre as partes, sendo igualmente capaz de acelerar os processos administrativos e clínicos subjacentes, proporcionando ganhos de produtividade aos participantes.

Partiremos do pressuposto que todas as partes se encontram interligadas e utilizam uma forma comum de armazenamento de imagens utilizando, por exemplo, um sistema de arquivo e comunicação de imagens (PACS) que, onde necessário, se encontra ligado às modalidades imagiológicas (raio-X, mamografia, ecografia, angiografia, TAC, RM ou outras) mediante DICOM v3.0 [140]. O mecanismo de agendamento para leitura e interpretação destes exames deve ser efectuado por um sistema de informação radiológico (RIS), que se liga ao PACS e interliga com outros sistemas de informação de saúde (HIS) contendo informação adicional do paciente utilizando o protocolo HL7 [141, 142].

O conceito de *broker* baseia-se na ideia que os objectos persistentes DICOM podem ser vistos como um outro qualquer recurso, sendo que no cenário de instanciação da plataforma de *broker*, somente será necessário garantir a implementação/utilização de um pequeno número de serviços (incluindo o Storage SCU/SCP) e a capacidade de extrair alguns atributos dos elementos DICOM Data constantes do ficheiro.

O fluxo de informação está representado nas figuras seguintes, sendo acompanhado de uma explicação detalhada dos processos associados.

#### **4.1.1 Pedido de serviços**

O fluxo de pedido de serviços pode ser observado na Figura 4.1.

Logo após o exame ter sido executado na modalidade imagiológica, é colocado no PACS, podendo ser analisado pelo médico referenciador (A). Este, caso entenda que a interpretação do exame exige um determinado conjunto de conhecimentos específicos, irá então agir como comprador do serviço de interpretação.

Nessa altura o médico referenciador, que age como comprador de serviço de interpretação, determina que necessita de adquirir um serviço de interpretação, emitindo um pedido de serviço (B). Este pedido de serviço terá associado um nível mínimo de qualidade/experiência do fornecedor de serviço e o máximo tempo que este terá para interpretar o exame, sendo igualmente associada informação sobre qual o máximo preço será pago pela realização do serviço por parte do comprador do serviço.

A informação necessária à realização do exame, bem como o próprio exame, é então passada do interface cliente do *broker* para o motor do *broker*, onde será validado e colocado como um pedido de realização de serviço (C).

#### **4.1.2 Mercado electrónico**

Uma vez recebido o pedido de realização do serviço por parte do motor do *broker*, este é decomposto e é feita uma conjugação das características dos radiologistas capazes de fornecer o serviço e que se encontram disponíveis, nomeadamente no que diz respeito ao

nível mínimo de qualidade/experiência, à capacidade de interpretar um tipo específico de exames e à disponibilidade de recursos para realizar o trabalho solicitado (D).

Da conjugação desta informação, é seleccionado um conjunto de  $k$  potenciais radiologistas fornecedores de serviço ( $E_1, E_2, E_3, \dots, E_k$ ), para os quais será enviado um convite para participação no leilão.

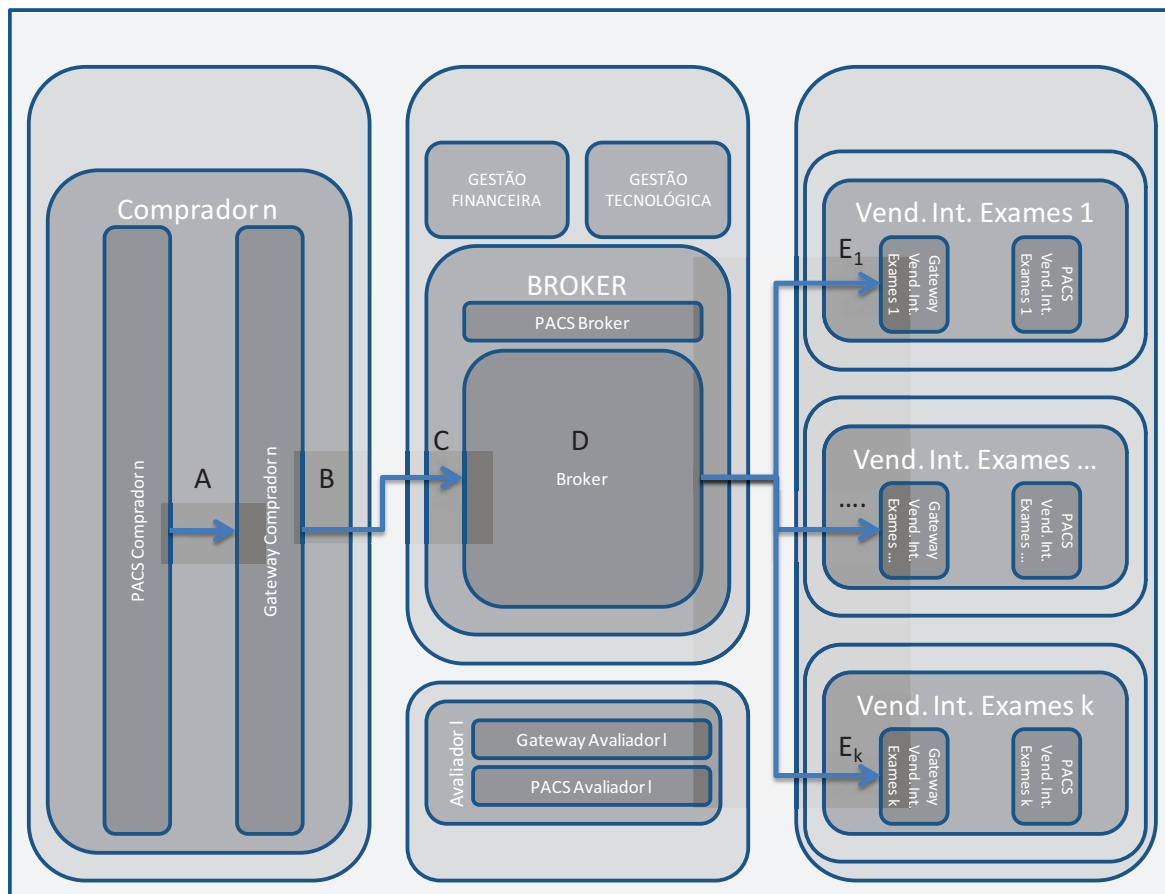


Figura 4.1: Descrição do fluxo de informação da solução proposta entre a identificação da necessidade (A) e o envio dos convites (E).

Após um período em que os  $k$  potenciais fornecedores podem aceitar (ou rejeitar) o convite, o mercado electrónico é então criado mediante a realização de um leilão invertido entre os  $j$  radiologistas convidados que aceitaram o convite ( $E_1, E_2, E_3, \dots, E_j$ ), podendo o comprador ser notificado da conclusão do processo ( $E_z$ ).

A representação desta última sequência encontra-se na Figura 4.2.



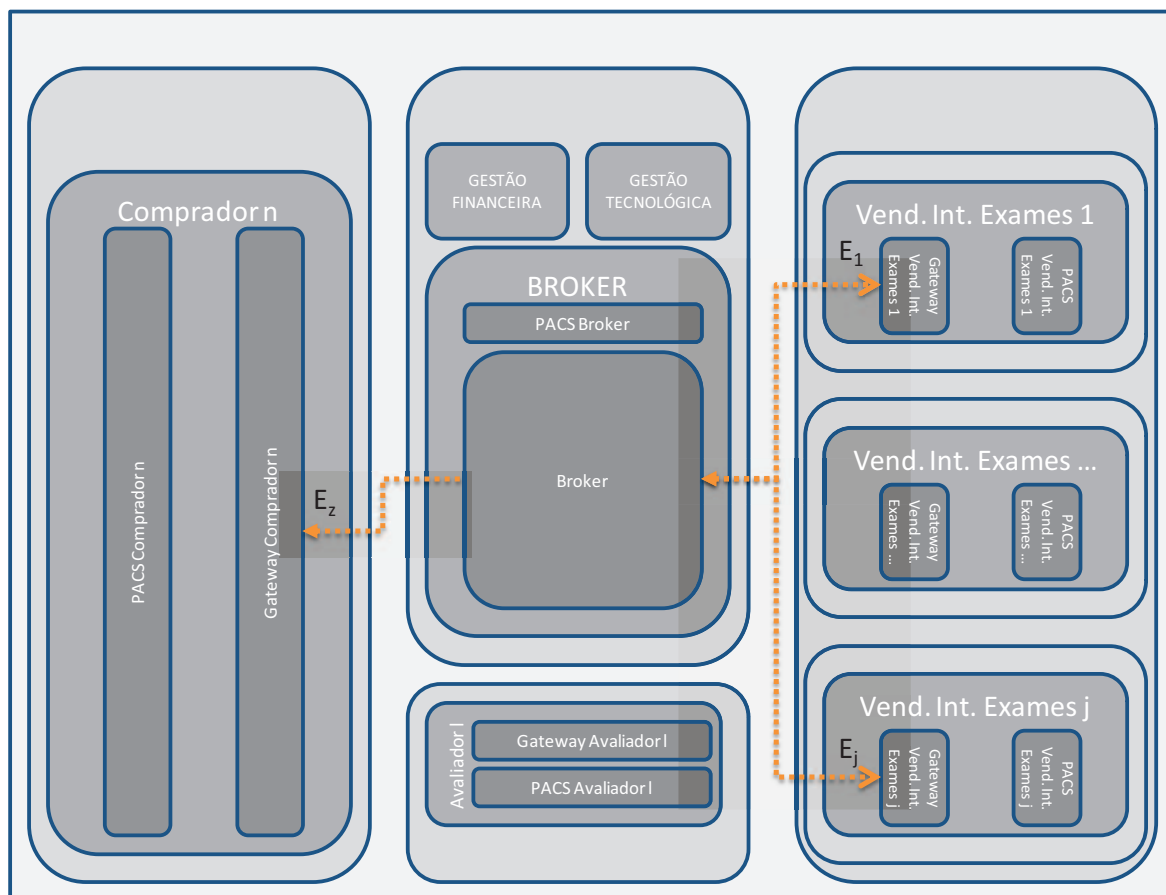


Figura 4.2: Descrição do fluxo de informação da solução proposta entre a realização de leilão entre os  $j$  vendedores e a comunicação da conclusão do leilão ao comprador.

O valor inicial de licitação do leilão invertido será o correspondente ao valor máximo que o comprador do serviço de interpretação (médico referenciador) estaria disposto a pagar pela realização do serviço, sendo a duração do leilão uma fracção do tempo resposta atribuído inicialmente (entre 20% a 30%), sendo os restantes utilizados na convocação dos participantes (entre 10% e 20%) e a interpretação do exame por parte do radiologista vencedor do leilão (entre 50% a 70%).

Caso não existam licitações por parte dos prestadores de serviço, o responsável pela gestão do mercado deverá satisfazer o pedido do comprador com um radiologista prestador de serviço que terá em *stand-by* para estas situações. De outra forma, existindo pelo menos uma aceitação para participação no leilão, isso irá significar que este será válido e, uma vez terminado, será atribuído ao radiologista que apresentar a licitação mais baixa, sendo passada a informação do *service broker* para o PACS do prestador de serviço vencedor (F), conforme podemos verificar na Figura 4.3.

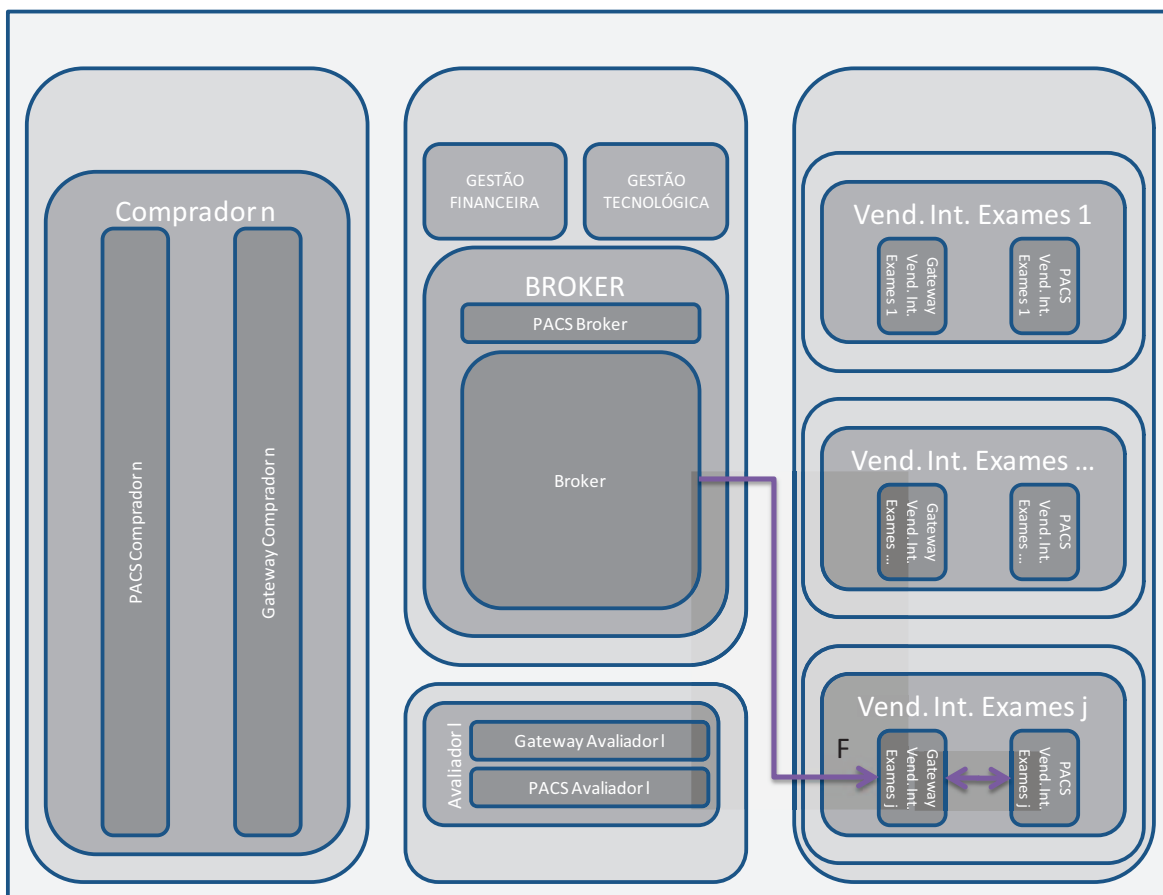


Figura 4.3: Descrição do envio de informação do *broker* para o vencedor do leilão e integração da informação no PACS (F).

Na Figura 4.4., uma vez concluído o serviço por parte do radiologista, o relatório é enviado para o *service broker* (G) e é então enviado para o PACS do comprador, onde, juntamente com o exame é disponibilizado para o médico referenciador (H).

### 4.1.3 Pagamento, garantia de qualidade e aprovisionamento de serviço

Na Figura 4.5., após o médico referenciador aceitar o trabalho efectuado, o pagamento será processado na “carteira virtual” do prestador de serviços, sendo proveniente da “carteira virtual” do comprador, e correspondente ao preço acordado na acção de licitação (I).

Com base em acordos previamente efectuados, o gestor de mercado poderá descontar uma comissão sobre todas as transacções efectuadas por qualquer uma das partes, garantindo o financiamento do modelo.

Caso o médico referenciado rejeite o trabalho efectuado, o *broker* mantém uma cópia do exame e do relatório que lhe permite desencadear um mecanismo de controlo de qualidade *ad hoc* que resolva a situação por parte de um avaliador (J).

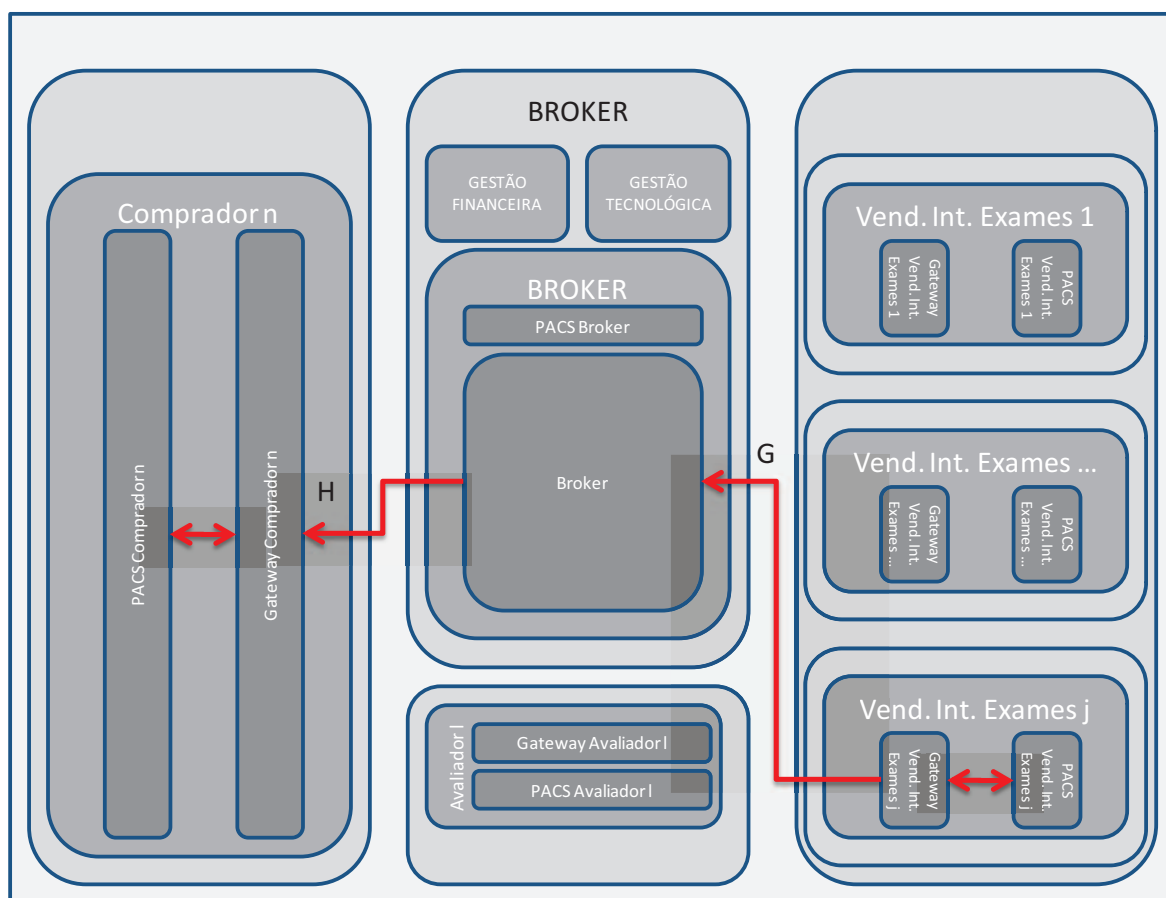


Figura 4.4: Descrição do envio de relatório e imagens do vendedor para o *broker* (G) e do *broker* para o comprador (H).

O *broker* disporá igualmente de mecanismos que lhe permitam efectuar acções de controlo de qualidade aleatórias *a posteriori* por parte de um painel de avaliadores e que pode, com base nestas acções de avaliação, alterar o nível de qualidade/experiência do prestador de serviço e/ou o seu tipo específico de conhecimentos.

#### 4.1.4 *Broker* no contexto de realização dos processos

Para resolver os problemas anteriormente identificados, deverá existir uma entidade gestora do *broker* que, situando-se num patamar acima dos fluxos de trabalho e dos fluxos financeiros entre os participantes, agirá como uma entidade neutral. Será assim garantido que o encontro entre compradores e vendedores de serviços é efectuado em terreno neutro de forma a alcançar de um preço justo para a interpretação de um exame imagiológico.

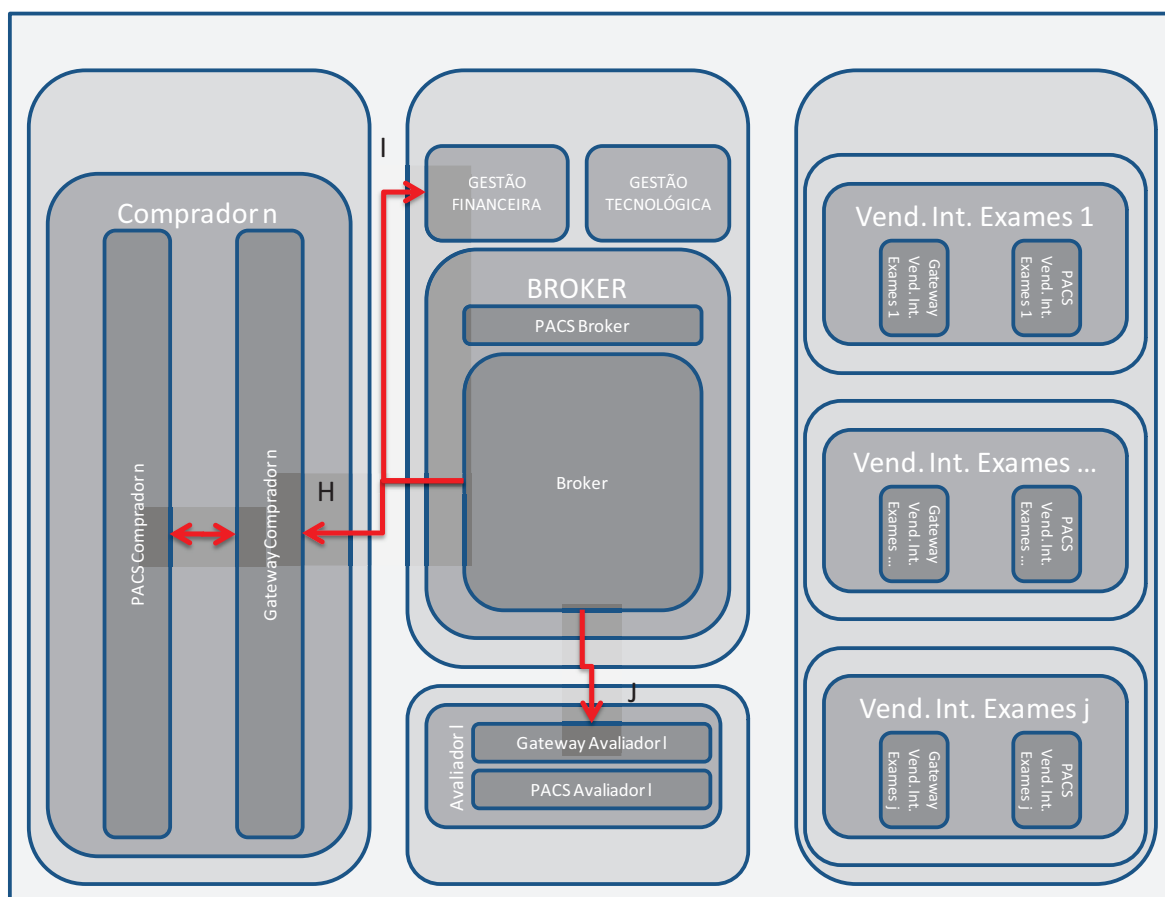


Figura 4.5: Descrição do envio de relatório e imagens do *broker* para o comprador (H) e, caso exista aceitação, processamento financeiro (I), caso exista rejeição, envio de relatório e imagens para o avaliador (J).

Para além disso, a entidade gestora deverá disponibilizar os mecanismos tecnológicos mais adequados e as ferramentas de trabalho que permitam a comunicação entre os participantes, garantindo a confidencialidade dos dados clínicos dos pacientes e a maior qualidade e celeridade no processo de análise, bem como a sua integração no processo existente, nomeadamente o de avaliação.

#### 4.1.5 Mecanismos de avaliação de desempenho

Os processos que se realizam actualmente, de forma tradicional, têm tipicamente grandes tempos de espera entre o pedido do médico referenciador e a análise do exame pelo médico radiologista (médico referenciado), existindo alguns mecanismos básicos recomendados pelo American Colllege of Radiology (ACR) para avaliação clínica do desempenho dos radiologistas [143] com base no sistema de *peer review*.

Para criar um mercado dinâmico e com actores em permanente estado de avaliação do seu trabalho, deverá ser possível, após a interpretação de um determinado número de exames, agendar com um avaliador a inspecção e classificação dos exames interpretados desde que

a última avaliação foi efectuada, sendo possível à entidade avaliada recorrer para um terceiro avaliador caso não concorde com a classificação atribuída.

Estes avaliadores serão uma entidade de qualificação superior, consensualmente reconhecida por todos os participantes no mercado como tendo capacidade de avaliar o seu desempenho.

Este processo de avaliação é uma evolução das melhores práticas actualmente efectuadas nas empresas de teleradiologia [144], onde o controlo de qualidade para redução de incidência de erros é efectuado de forma a proporcionar a formação e o desenvolvimento contínuo do radiologista. Este desiderato é alcançado mediante leitura do exame por parte de dois radiologistas antes de ser devolvido à entidade contratante, sendo depois os exames auditados por uma equipa de supervisores que indica os mecanismos necessários para o desenvolvimento profissional do radiologista.

No nosso caso, o resultado do processo de avaliação irá permitir alterar a classificação atribuída ao médico radiologista, tendo impacto em termos de participação do radiologista nos leilões entretanto abertos pelos médicos requisitantes.

Como resultado de alteração da avaliação, e admitindo que o radiologista é promovido, este terá acesso a leilões de maior valor, dado que é de esperar que um paciente (por intermédio do médico referenciador) esteja disposto a pagar um pouco mais pela interpretação de um exame com um grau de complexidade superior. Assim, será de esperar que com a progressão na categoria o número de radiologistas comece a escassear, permitindo a fixação de preços superiores pela prestação do serviço por parte do radiologista [135].

#### **4.1.6 Variações e cenários alternativos**

Toda a discussão efectuada na subsecção 4.1.5 está centrada no pressuposto de todos os participantes aceitarem a existência de uma entidade que governa o sistema e, para além de classificar os vendedores, efectua uma avaliação do trabalho efectuado em caso de reclamação por parte dos compradores.

Nesta subsecção iremos proceder à discussão de cenários que decorram do facto de os vendedores, nomeadamente os radiologistas vendedores de interpretação de exames, seja por motivações económicas ou clínicas, rejeitarem a figura do avaliador. Iremos discutir quais as alternativas possíveis de implementar, com um mínimo de alterações aos processos base apresentados.

A primeira alternativa passaria pela implementação de um modelo de distribuição de exames onde, com base em níveis de serviço pré-acordados entre as partes em termos de tempo de resposta, todos os vendedores de capacidade de interpretação seriam

classificados com o mesmo grau e, logo, os exames seriam contratualizados *a priori* pelo mesmo preço entre as partes.

A partir deste momento, poderíamos ter uma *pool* escalonada periodicamente no tempo que garantia a resposta às necessidades dos compradores de interpretação de exames, sem que tivesse lugar qualquer tipo de leilão, sendo os exames distribuídos num sistema de *round robin* entre os vendedores de capacidade de interpretação à medida que estivessem disponíveis e que fossem efectuando os exames acordados.

Esta alternativa pode ser um embrião para a criação de um conjunto de pequenos mercados em que compradores e vendedores simplesmente implementam o *broker* e contratualizam *a priori* o preço de cada exame, sem que exista necessidade de efectuar um leilão para cada um dos exames.

Uma segunda alternativa é inspirada no modelo criado pela Amazon para fazer o *brokering* entre compradores e vendedores de livros [145]. Neste modelo, o *broker* poderá assumir a função de entidade que disponibiliza listagens de capacidade disponível no mercado por parte dos vendedores de interpretação de exames, efectuando os compradores a sua selecção numa base *first come, first served*. Em alternativa, poderá proceder a uma selecção de vencedor numa base de leilão directo, em que o comprador disposto a pagar mais pelos serviços disponibilizados acaba por ser o vencedor.

Em ambos os casos, é eliminada a necessidade de existência de classificação do vendedor, protegendo a implementação contra um eventual boicote por parte dos vendedores de interpretação de imagens.

## 4.2 Módulos, actores e serviços

### 4.2.1 Identificação de módulos e actores

Num processo de análise é fundamental identificar claramente os módulos e os actores que fazem parte do sistema, sejam eles pessoas, processos, ou qualquer entidade que assuma um papel activo.

No modelo que aqui se propõe, foram identificados os seguintes actores:

**Paciente** – Entidade sujeita à realização do exame, e entidade pagadora ou, eventualmente, co-pagadora do exame realizado e da respectiva interpretação, bem como destinatário final do processo de interpretação e diagnóstico a ser realizado.

**Médico referenciador** – Entidade que efectua a consulta inicial do paciente e solicita a realização de exame e respectiva interpretação e eventuais segundas opiniões

subsequentes. Actua como entidade intermediária nos processos de aquisição de interpretação de exame.

**Broker para interpretação de exame** – Entidade responsável por, de acordo com indicações e parâmetros do médico referenciador, lançar um leilão onde seja possível licitar a interpretação do exame imagiológico, salvaguardando parâmetros de qualidade mínimos.

**Médico radiologista** – Entidade que, após participar no leilão de interpretação de imagens como licitante, devido ao facto de cumprir com um conjunto de parâmetros de qualidade requeridos pelo médico referenciador, vence esse leilão ao manifestar disponibilidade para realizar a leitura do exame pelo preço mais baixo.

**Avaliador de desempenho de médico radiologista** – Entidade que supervisiona a actividade dos médicos radiologistas, garantindo que efectuem um trabalho de acordo com a classificação que lhes está atribuída e que mantêm o nível de serviço prestado de acordo com os contratos estabelecidos.

A entidade gestora, como entidade neutral, de forma a garantir o correcto funcionamento do *broker*, e de todo o sistema, deverá englobar no seu seio os seguintes gestores:

**Gestor tecnológico**, como entidade vinculada ao gestor do *broker*, garante o bom funcionamento tecnológico do sistema e a correcta integração dos sistemas existentes dos participantes que entram no mercado.

**Gestor financeiro**, como entidade vinculada ao gestor do *broker*, garante o bom funcionamento da vertente financeira do sistema, assegurando a gestão das contas correntes de todos os participantes e a viabilidade financeira do mercado.

**Gestor clínico**, como entidade vinculada ao gestor do *broker*, garante o interface dos elementos clínicos e o prosseguimento das melhores práticas clínicas, bem como a correcta articulação de toda a informação em termos éticos e legais.

Estes actores irão intervir nos seguintes módulos:

1. **Brokerage** - Englobará os casos de utilização que permitirão o lançamento do leilão, a participação dos diferentes intervenientes e a realização do fluxo de trabalho entre as entidades compradoras e vendedoras;
2. **Avaliação** - Englobará os casos de utilização que permitirão a implementação de procedimentos de avaliação de desempenho dos participantes e a gestão de conflitos entre entidades compradoras e prestadoras de serviço;
3. **Gestão financeira** - Englobará um conjunto de casos de utilização que permitirão definir o modelo de negócio do sistema e configurar o perfil financeiro dos

diferentes utilizadores, bem como liquidar as responsabilidades financeiras de cada utilizador;

4. **Administração de sistema** – Permitirá adicionar e remover utilizadores do sistema, gerir a integração com sistemas de informação terceiros e realizar a manutenção técnica dos diferentes *brokers*.

Após apresentar os módulos e os intervenientes no processo, serão detalhados os produtos a desenvolver de forma articulada com a informação apresentada.

#### 4.2.2 Serviços a desenvolver

Em termos de ambiente de trabalho, o médico referenciador deverá dispor de um aplicativo que estará integrado com o sistema de visualização e arquivo de imagens, e que deverá proporcionar o fácil lançamento da requisição e o seu acompanhamento ao longo do tempo de vida. Este aplicativo deverá alertar para um qualquer problema no fluxo de trabalho e lançar sugestões alternativas.

O vendedor, neste caso o médico radiologista, deverá dispor de um mecanismo que o alerte de quando se encontra disponível para licitação um exame e o permita a consultar a informação disponibilizada por parte do comprador, bem como concretizar a participação no leilão. Caso seja o vencedor do leilão, deverá poder criar o relatório, importando o exame (anonimizado ou não) para o seu sistema, bem como da informação clínica existente do paciente, caso esteja disponível.

Uma vez concluído o processo de interpretação pelo médico radiologista, este deverá enviar o relatório para o *broker*, que armazenará uma cópia e reenviará para o médico referenciador e, caso seja relevante, anexará uma cópia do exame já desanonimizada, incluindo eventuais anotações das imagens mais importantes para a realização da interpretação ou de medições efectuadas pelo médico radiologista.

O médico referenciador terá a opção de aceitar, ou não, o trabalho efectuado, devendo em caso de recusa o trabalho ser avaliado por uma entidade terceira e independente que dará provimento, ou não, à reclamação.

O *broker* de interpretação de exame deverá manter um arquivo de pedidos de interpretação, bem como um arquivo de exames interpretados, incluindo os relatórios efectuados pelo médico radiologista. Este arquivo irá permitir a implementação do processo de avaliação dos médicos radiologistas.

Em termos de avaliação, deverá existir um mecanismo que, ao fim de um dado número de exames realizados, ou de um dado intervalo de tempo (a ser definido contratualmente), efectue a chamada de um avaliador que analise o trabalho do médico radiologista.



Para tal, deverão ser enviados para o avaliador as imagens a serem analisadas, e o avaliador do desempenho do médico radiologista deverá dispor de um mecanismo de armazenamento que lhe permita a consulta imediata do conjunto de exames e relatórios realizados pelo médico radiologista e o acesso a um histórico de avaliações desse mesmo médico de forma a poder fazer a confrontação do desempenho histórico. No final, deverá ser criado um relatório que adequa o desempenho técnico do médico radiologista à sua classificação. Este resultado deverá ser comunicado às partes interessadas, podendo existir recurso para um outro avaliador.

O gestor tecnológico do *broker* deverá dispor de uma consola onde pode gerir os participantes, inserindo-os e excluindo-os, podendo igualmente alterar as regras de negócio da participação de cada um deles de acordo com o estabelecido contratualmente. Deverá ainda poder proceder à gestão do sistema associado com o *broker* e que mantém uma cópia de todos os trabalhos realizados ao abrigo dos contratos negociados, permitindo o seu acesso para outros fins, como por exemplo, investigação epidemiológica, desde que os exames se encontrem anonimizados.

O gestor financeiro do *broker* deverá dispor de uma consola onde pode consultar todas estas informações e efectuar a gestão que entender como mais adequada sob o ponto de vista financeiro, efectuando operações de compensação entre os diferentes participantes e facilitando os fluxos financeiros da plataforma.

Cada um dos participantes deverá ser capaz de manter um registo dos trabalhos solicitados e efectuados, podendo actualizar a sua conta corrente com a entidade gestora financeira do *broker* e efectuar o acerto de contas e a liquidação da relação comercial conforme as regras de negócio estabelecidas contratualmente.

O gestor clínico do *broker* deverá operar de forma a garantir, em caso de reclamação do serviço prestado pelos participantes, que todas as interacções decorrem dentro das normas e *standards* clínicos, garantindo o cumprimento de normas éticas e de privacidade e que todos os processos de qualidade são cumpridos.

Na Figura 4.6 pode encontrar-se o diagrama dos módulos necessários para satisfazer os requisitos anteriormente apresentados, bem como o grau de interacção com os actores envolvidos.

Pretende-se proceder à criação de um *broker* que terá a função de servir de interface entre os sistemas de arquivo e comunicação de imagens (PACS) dos diferentes intervenientes, dispondo de um interface gráfico de utilizador (GUI).

Este *broker* permite a quem requer a interpretação de um exame o preenchimento de um formulário e a sua submissão, sendo que emite, de forma automática, um pedido de cotação para as entidades passíveis de prestarem o serviço.

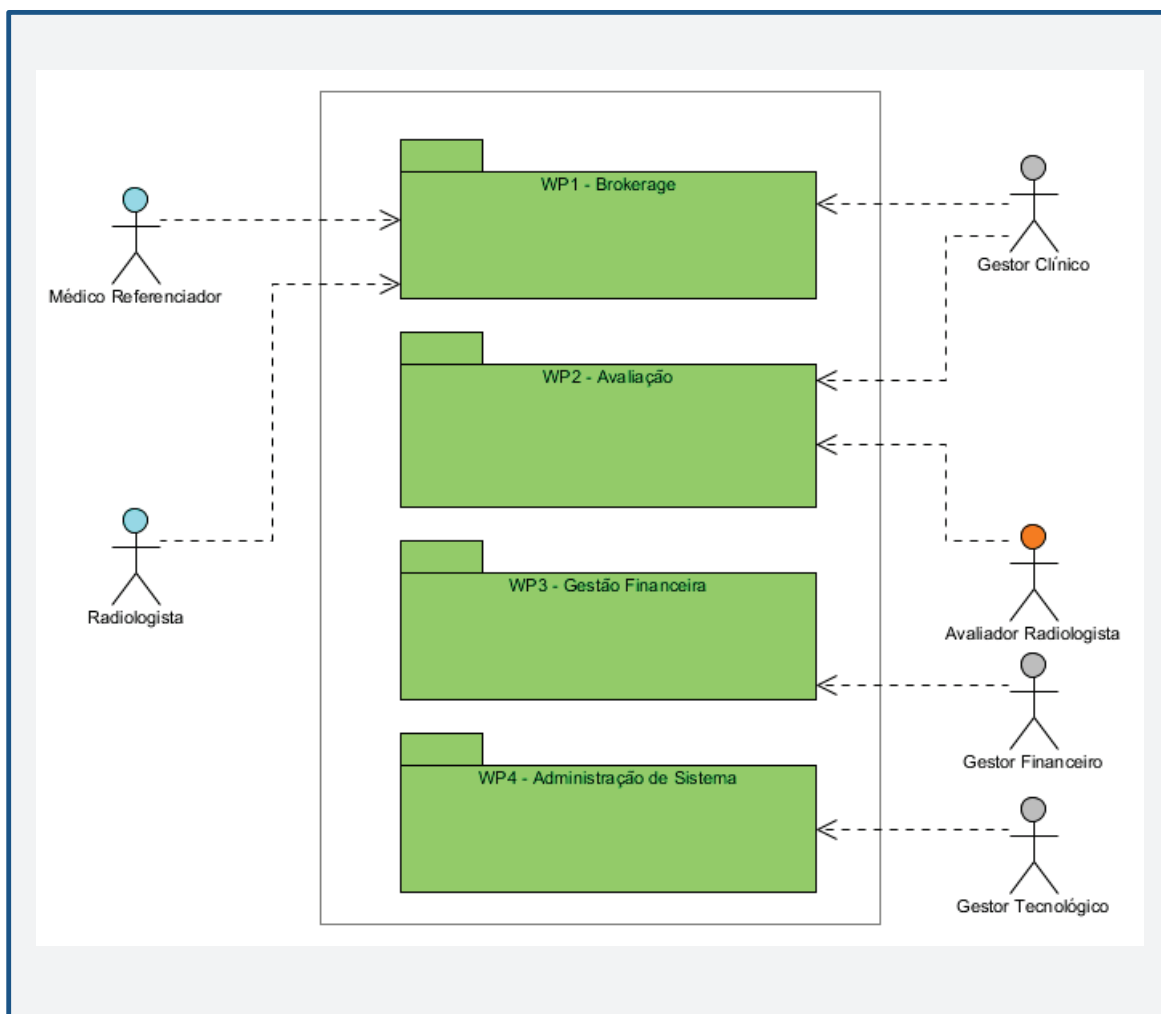


Figura 4.6: Diagrama de módulos que conterão os serviços a serem desenvolvidos e identificação dos actores envolvidos no processo.

Estas entidades, por sua vez, ao aceitarem o convite para participação no leilão estão implicitamente a aceitar efectuar o serviço por aquele preço (ou um preço eventualmente mais baixo resultante do leilão).

Uma vez concluído o período de leilão, o pedido é atribuído a quem apresentar a licitação mais baixa, sendo colocado na lista de trabalho do vencedor, sendo que a requisição de interpretação de exame deverá ser incorporada na lista de trabalho do sistema de informação radiológico do radiologista vencedor do processo de leilão.

O pedido de interpretação de exame deverá ser constituído por um formulário onde possam constar os seguintes atributos:

- Preço máximo que o comprador está disposto a pagar pela leitura do exame;
- Grau mínimo de qualificação do médico radiologista;
- Exame;

- Tipo de Exame;
- Convenção subscrita pelo paciente;
- *Slot* temporal para realização da interpretação;
- Outras indicações para interpretação de exame.

No caso de avaliação (ou recurso de avaliação) do médico radiologista, o processo é enviado automaticamente para os avaliadores de médico radiologista com os seguintes parâmetros:

- Número de exames a serem interpretados;
- Grau de qualificação do médico radiologista.

Conforme referido anteriormente, deverá existir um módulo de administração de sistema onde é inserida *a priori* a informação dos radiologistas (e respectivo equipamento) e um módulo de gestão financeiro onde converge a informação do *broker*, que permita a gestão financeira do trabalho efectuado no sistema e a articulação e integração da informação entre os diferentes participantes e a entidade gestora do *broker*.

### 4.3 Sistematização de requisitos

Para implementar uma solução com estas características, torna-se necessário dispor de uma arquitectura que, apesar de baseada em grande parte nas regras da teleradiologia, difere substancialmente dos princípios até hoje utilizados para o funcionamento da mesma [20].

Esta diferença é devida ao facto de envolvermos um processo de *brokerage* para encontrar os fornecedores de serviço mais adequados e um processo de licitação de forma a encontrar, dos fornecedores mais adequados, aquele que se dispõe a executar o serviço no tempo pretendido e ao preço mais baixo, dispondo-se a estabelecer uma ligação contratual *ad-hoc* com a entidade compradora. Este processo é muito diferente do que actualmente existe entre os prestadores de serviços de teleradiologia ponto a ponto, e muito mais distante do vínculo existente na relação contratual entre o médico referenciador e o radiologista no fluxo de trabalho tradicional.

Em contrapartida, ao longo do processo de pesquisa, verificou-se que muitos dos requisitos necessários para a implementação e para o seu funcionamento são bastantes similares aos que estão neste momento a emergir ao nível dos *fora* da União Europeia para discutir a aplicabilidade de uma proposta de directiva de “cuidados de saúde transfronteiriços” [146, 147].

Estes requisitos partem do pressuposto que, de acordo com a jurisprudência europeia, será previsível que em breve, exista uma livre circulação de exames, pacientes e, de uma forma virtual, profissionais de saúde entre os sistemas de saúde de todos os estados membros da União Europeia [148].

Sendo que muitas das discussões e sugestões efectuadas até agora apontam na direcção da criação de um mercado comum de cuidados de saúde a nível europeu, foi seguida uma metodologia cujo objectivo residiu em encontrar (e/ou adaptar) os pontos de discussão propostos pela Comissão Europeia sobre o tema. Desta forma, procurou-se encontrar tópicos inovadores do ponto de vista técnico, clínico, ético, legal e económico que permitissem criar um conjunto de requisitos que se enquadrem com o desenvolvimento de um mercado de imagens.

Complementando a solução proposta nas secções anteriores deste capítulo, que se adapta a nível nacional, pretende-se igualmente desenvolver uma plataforma suficientemente flexível para acomodar a expansão futura, tendo em vista a criação de um eventual mercado comum de imagens médicas a nível europeu. Esta solução permitirá tirar proveito das possibilidades que se espera que em breve entrem em vigor e a sua integração com outros aspectos dos cuidados clínicos, como exames patológicos e registos electrónicos de paciente.

#### **4.3.1 Metodologia**

Assumindo que o processo descrito anteriormente se assemelha ao processo de prestação de cuidados de saúde que poderá vir a ser implementado a nível europeu mediante a operacionalização da proposta de “Directiva relativa à aplicação dos direitos dos doentes em matéria de cuidados de saúde transfronteiriços” [146], foi efectuada uma revisão das cerca de 280 respostas dos *stakeholders* europeus ao pedido de consulta da Comissão Europeia relativo a este tema. Esta consulta decorreu durante o ano de 2007, e foram pesquisadas respostas específicas na vertente de imagiologia, sem omitir os cenários genéricos sempre que aplicáveis aos casos sob consideração [147].

As respostas foram agregadas num conjunto de 5 grandes grupos que permitiram identificar quais os requisitos de informação necessários para:

- Identificar e tratar o paciente;
- Cadastrar o prestador de serviços de saúde;
- Manter um registo de entidades mais adequadas para prestação dos cuidados de saúde;
- Efectuar auditorias ao trabalho realizado pelos clínicos e;
- Operacionalizar toda esta estrutura do ponto de vista dos sistemas de informação.

De notar que esta revisão das propostas e respectiva recolha e tratamento, foi enquadrada com o objectivo inicial de correcção das assimetrias regionais, sem que por isso deixe de ter em conta as sugestões mais pertinentes. Estas sugestões serão, sempre que possível, adaptadas para a realidade em análise e tendo em conta o objectivo mais lato de criação de um mercado comum a nível europeu de realização e interpretação de imagens radiológicas.

Para que estas tarefas se concretizem, será necessário cumprir com um conjunto de requisitos funcionais que o sistema deverá comportar sendo abordados os requisitos de informação do paciente, os requisitos de informação dos profissionais clínicos envolvidos, os requisitos de acessibilidade e qualidade clínica e, finalmente, os requisitos de responsabilidade a que se devem obrigar os envolvidos.

#### 4.3.2 Requisitos de informação do paciente

Em termos genéricos, as tarefas subjacentes à actividade de interpretação de um exame radiológico deverão ser sempre guiadas pela Directiva Euratom 97/43 [149], que, entre outras, obriga a que:

- Se garanta que a totalidade da informação clínica do paciente se encontra disponível;
- Se discutam os problemas clínicos com o médico referenciador;
- Se escolha e justifique o tipo de protocolo adoptado;
- Se monitorize e relate os resultados obtidos do exame efectuado;
- Se discutam os resultados obtidos com equipas multidisciplinares e, caso seja entendido como adequado, com o paciente;
- Se efectuem procedimentos terapêuticos minimamente invasivos.

De acordo com a Declaração de Luxemburgo para Segurança do Paciente [150], deverão ser adoptadas ao longo de toda a cadeia de prestação de cuidados de saúde, um conjunto de passos para que se estabeleça uma cultura de segurança, sendo recomendado às autoridades nacionais e europeias:

- O estabelecimento de um banco de soluções e melhores práticas com exemplos e *standards* para assuntos relativos a segurança do paciente;
- O acesso completo a toda a informação pessoal de saúde, garantindo a sua correcção e que os pacientes compreendem o tratamento a que são sujeitos. Mediante esta política de *empowerment*, é reconhecido que os pacientes se encontram adequadamente posicionados para preservar a sua própria saúde;
- Considerar os benefícios do estabelecimento de um sistema de reporte confidencial e voluntários de eventos adversos e de erros clínicos.

Mediante a concretização destes passos, será possível contribuir para que os participantes no processo disponham de uma informação mais rica e actualizada sobre o paciente e sobre o processo em curso, elaborando diagnósticos mais ricos e reduzindo a probabilidade de erro na realização de exames.

Em relação à informação do paciente a ser analisada, um dos requisitos levantados consistentemente baseia-se no acesso ao processo clínico do paciente, que deverá incluir informação mais genérica como alergias e reacções adversas a fármacos registadas

anteriormente. Esta informação deverá, mais tarde, evoluir consistentemente para um registo clínico normalizado, sendo este registo considerado como fundamental para suportar o diagnóstico colaborativo a ser efectuado por vários especialistas, com indicações para o médico referenciador.

Sempre que exista a prestação de serviços, seja a realização do exame, seja a sua interpretação, deverá ser fornecido um sumário do diagnóstico num formato padrão, que permita que a informação seja inserida como fazendo parte do registo de saúde, a menos que o paciente requeira o contrário por motivos de confidencialidade.

Da mesma forma, o prestador de serviços remoto deverá ser capaz poder aceder ao historial clínico prévio do paciente. Este historial poderá ser disponibilizado por intermédio do *broker* (que poderá ser o mesmo que é utilizado para servir de interface entre médico requisitante e médico radiologista) zelando o *broker* pelos interesses do paciente e libertando a informação para o prestador de serviços remoto conforme este necessite [151].

A concretização destas recomendações passa pela introdução de um sistema de fornecimento de informação ao médico radiologista uma vez adjudicada a sua interpretação. Passa ainda pela existência de um sistema de avaliação de desempenho, devendo ser criado pelos avaliadores um banco de melhores práticas com os estudos devidamente anonimizados e que sirva de referência futura para os profissionais e de melhoria contínua dos mesmos em caso de erro ou dificuldade [144].

Deverá ser também implementado um sistema de reporte confidencial para a entidade apropriada (como seja a Ordem dos Médicos) de casos de erro grave e de má conduta profissional por parte dos profissionais de saúde.

### **4.3.3 Requisitos de informação e histórico profissional**

Em relação aos requisitos profissionais, a localização dos agentes fornecedores dos serviços de saúde deverá ser inequívoca durante as transacções efectuadas remotamente por via electrónica, devendo ser impedido o “re-reencaminhamento” dos dados para outro local e/ou a realização do relatório por um outro médico radiologista, com base na identificação e autenticação do fornecedor de serviço. Esta identificação e autenticação basear-se-ão no nome, local de exercício da prática do profissional de saúde, registo, qualificações e outros dados-chave a serem identificados caso-a-caso de forma a facilitar o processo de verificação e a garantia de que o fornecedor de serviço se encontra dentro de uma área jurisdicionalmente relevante, no caso dos prestadores de serviços de saúde virtuais [151].

Igualmente, deverá existir uma forma de standardização das competências profissionais e da credenciação dos programas educacionais de cada profissional, bem como deverá ser

possível aceder ao cadastro histórico de cada profissional, podendo ser acedida uma base de dados para consulta do registo do profissional em mobilidade a nível europeu [152].

Deverá ser possível verificar, caso o sistema opere a uma escala europeia, se o especialista que irá interpretar o exame se encontra registado no país de onde irá efectuar a interpretação e se o serviço e as qualificações profissionais que oferece se encontram registadas no país onde oferecem os serviços. A oferta de serviços deverá ser efectuada apenas na especialidade em que se encontra registado e deverá encontrar-se coberto por um seguro médico-legal que o proteja no estado-membro onde oferece os serviços.

O prestador de serviços deverá ser também capaz de efectuar uma conversação na língua oficial do estado onde pretende oferecer o serviço e com os pacientes que pretende tratar, devendo igualmente demonstrar um domínio do sistema de saúde local de forma a referenciar correctamente os pacientes para outros profissionais sempre que necessário [153-155].

Para que seja possível esbater as diferenças culturais e locais, deverá existir uma base de dados de melhores práticas locais que deverá ser permanentemente actualizada, englobando um conjunto de diagnósticos standardizados [156].

O radiologista que efectuar o relatório deverá [154, 157, 158]:

- Encontrar-se registado no órgão médico regulatório do país onde o paciente reside, devendo encontrar-se registado no colégio de radiologia desse mesmo órgão;
- Dispor de um seguro para cada estado membro onde os seus pacientes residam;
- Conhecer apropriadamente a língua de cada estado membro onde os seus pacientes residam, de acordo com a directiva europeia das qualificações de 2005 [159];
- Dispor de um certificado profissional que o certifique como profissional quando se registar no órgão médico regulatório de outro país;
- Ser alvo das mesmas regras de revalidação, recertificação e avaliação anual que os radiologistas no Estado Membro onde residem.

Por seu lado, as empresas de teleradiologia que disponibilizam os serviços deverão [154, 157, 158, 160]:

- Encontrarem-se registadas junto da Entidade Reguladora da Saúde (ou equivalente) em cada Estado-Membro onde residem os pacientes, sendo alvo das suas regulações e dos seus *standards*;
- Garantir que os relatórios se encontram de acordo com a directiva Euratom 97/43, incluindo justificação e optimização de imagem [149];
- Integrar os relatórios com as notas clínicas, os registos electrónicos e deverão ser capazes de analisar os relatórios com os médicos referenciadores e equipas



multidisciplinares da mesma forma que se estivessem presentes localmente (salvo no caso em que o paciente requeira a anonimização dos dados);

- Receber e retransmitir a informação de acordo com as directivas de segurança e privacidade de dados em vigor a nível nacional e europeu;
- Dispor de procedimentos robustos de auditoria para verificar qualidade e precisão dos relatórios criados e do impacto terapêutico e clínico do serviço prestado;
- Dispor de um seguro médico-legal que de uma forma genérica proteja de casos de má prática e erros.

Com estes requisitos será possível fazer com que todos os participantes obedeçam a um conjunto de regras normalizadas a nível europeu, permitindo alargar o espectro de prestadores de serviços disponíveis e garantindo a sua qualidade.

Um modelo que se encontra implementado com algum sucesso, e que poderá servir de referência para alguns destes requisitos, passa pela acreditação de todas as partes de acordo com as regras de acreditação de cuidados ambulatoriais da *Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations* (JCAHO). Este modelo garante que as entidades contratadas agem dentro do âmbito das suas competências e de acordo com as regras estabelecidas para o país em causa, podendo ser verificado em processos de auditoria *a posteriori* [161] por parte de entidades terceiras.

#### **4.3.4 Requisitos de acessibilidade e qualidade clínica**

Para que os pacientes tenham a devida autonomia, deverá ser possível ao médico referenciador transferir os exames e relatórios realizados para um registo electrónico pessoal do paciente, garantindo que existe, por parte deste, acesso autónomo a uma opinião independente.

Este requisito poderá ser concretizado garantido acesso a uma segunda opinião aos pacientes, sendo que neste caso o profissional de saúde deverá seleccionar um dos centros de referência listados numa base de dados e reencaminhar o paciente (de uma forma física ou virtual) para esse centro [162]. A criação de centros de referência, com a definição de tempos de espera razoáveis e métricas de qualidade, bem como a definição de *standards* e melhores práticas, que deverão ser do conhecimento público e comparáveis entre instituições e países, poderão harmonizar e substituir num futuro próximo o mecanismo proprietário de avaliação de médicos radiologistas apresentado anteriormente.

No entanto, e para implementação deste sistema, os médicos radiologistas, devem ser sujeitos às mesmas regras de avaliação, *feedback* de erros clínicos e reporte de incidentes, *root cause analysis* e auditoria que os médicos radiologistas que efectuem a leitura de forma presencial, devendo igualmente os relatórios definitivos ser assinados com uma assinatura electrónica do radiologista responsável [160].



De forma a facilitar a acessibilidade do paciente, deverá ser possível definir, com base na convenção a que o paciente pertence (ou com base no plano de saúde subscrito), qual o preço máximo final do exame a ser suportado por parte deste, de forma a protegê-lo de custos que não está disposto a pagar [151]. Igualmente deverão ser englobados na factura final de realização de exame todos os componentes e serviços incluídos (relatórios, medicamentos, cuidados pós-operatórios, etc.) e processos de reencaminhamento efectuados [163].

Assim, deverá o processo de leilão ter em conta o custo final para o paciente, considerando o tipo de convenção do qual é subscritor e o custo final para o mesmo do processo, protegendo-o de riscos e de custos inesperados no processo de interpretação do exame imagiológico.

#### **4.3.5 Requisitos de responsabilidade**

Para determinação das entidades responsáveis pela realização dos exames, deverá existir um sistema de auditoria de todos os actos desenvolvidos no fluxo de trabalho. Será então criada uma relação directa entre o médico referenciador e o fornecedor de serviço de interpretação do exame.

Deverá ser mantido um registo de discrepâncias entre os relatórios e o resultado final para que seja possível uma discussão e uma análise *a posteriori* entre todas as partes para melhoria de qualidade do serviço prestado [164]. No caso de pacientes que recebem tratamento fora do seu país de origem, deverá ser dada especial atenção à responsabilização de quem efectua o tratamento e à auditoria dos resultados do processo de tratamento [152].

No processo de auditoria, deverá ser também dada atenção à compatibilidade entre os sistemas de informação e as modalidades radiológicas, sendo que estas serão partilhadas entre as entidades que efectuam o pedido de exame e a sua interpretação, devendo ser garantida a compatibilidade e a confidencialidade dos dados transmitidos entre os actores [163].

Assim, justifica-se a existência de um módulo de avaliação de médico radiologista, com impacto directo no desempenho futuro dos mesmos e com mecanismos de *feedback* apropriado para desenvolvimento profissional. Para além disso, este módulo deverá servir de repositório de boas práticas e de arquivo que permita a realização de estudos de natureza epidemiológica por parte de entidades terceiras.

#### **4.3.6 Requisitos aplicacionais**

Para que os requisitos mencionados anteriormente possam ser implementados, um conjunto de aplicações deve ser desenvolvido de modo a constituir um conjunto coerente

para que a satisfação das necessidades do paciente e do médico requisitante possam ter lugar.

Deverá ser implementado um *broker* que seja capaz de, a partir de um conjunto de parâmetros definidos pelo médico requisitante, identificar os potenciais interessados e participantes num processo de leilão a lançar, efectuando os convites e gerindo o processo de leilão invertido que se processa durante o tempo indicado pelo requisitante como “*Slot* temporal para realização da interpretação”.

A partir desta indicação, a aplicação deverá ter capacidade de definir os tempos de chamada das partes interessadas e o intervalo de tempo em que o leilão deverá permanecer aberto, permitindo às partes interessadas licitar sobre o exame em causa.

O processo de avaliação deverá ser baseado nos exames e relatórios arquivados no *broker*, sendo o seu conteúdo enviado para os sistemas de arquivo e visualização dos avaliadores.

Para uma correcta gestão técnica, financeira e clínica, dever-se-á dispor de um conjunto de aplicações e interfaces que permitam o acesso e manipulação de dados de gestão adequados e a constante monitorização dos mesmos.

#### **4.3.7 Outros requisitos**

Nesta subsecção são discutidos os aspectos de usabilidade e de segurança a que as aplicações a desenvolver deverão obedecer. Serão igualmente identificados os requisitos em termos de granularidade a que a aplicação será analisada e será efectuado um estudo do nível de integração exigido para o bom funcionamento do sistema. São também apresentadas as regras de negócio que nos permitirão modelar os casos de utilização finais.

##### **4.3.7.1 Usabilidade**

O *broker* deverá implementar uma interface com os potenciais utilizadores através de um portal integrado na consola de trabalho dos mesmos que lhes permitirá efectuar todas as actividades sem que saiam do seu ambiente de trabalho.

A interface deverá implementar as seguintes funcionalidades gerais para todos os tipos de utilizadores:

- Registo – Para novos utilizadores é necessário efectuar um registo na plataforma, que será posteriormente autorizado pelos administradores da mesma;
- Login/Logout – Permite que utilizadores previamente registados acessem à plataforma;
- Área de utilizador – Esta funcionalidade deverá ser adaptada para cada perfil de utilizador.

No Anexo A podem ser encontradas as funcionalidades que a área de utilizador deverá providenciar para cada perfil de utilizador, nomeadamente médico referenciador, médico radiologista, avaliador, gestor tecnológico, gestor financeiro e gestor clínico da plataforma.

#### **4.3.7.2 Segurança**

A segurança é um dos grupos de requisitos fundamentais, sendo a informação clínica considerada dos activos mais sensíveis em termos de quebra de confiança entre prestador de serviços de sistemas de informação. Para manter este laço de confiança, propomo-nos implementar as seguintes regras de segurança:

O acesso só será permitido a utilizadores previamente registados. Quando um utilizador se regista na plataforma a sua conta só deverá ser activada depois de o gestor tecnológico validar a sua inscrição. Depois de ver validado, o novo utilizador será autorizado a aceder à sua área onde só está disponível para consulta informação relacionada com o seu perfil, sendo-lhe vedado o acesso a informação privada relativa a outros utilizadores e outras transacções.

A entidade que realiza o serviço de interpretação de exames, por opção do médico referenciador, e quando solicitado pelo paciente, poderá não ter acesso a informação que tenha associada elementos identificativos dos pacientes. Desta forma, os exames deverão poder ser previamente anonimizados antes de serem armazenados no *broker* e subsequentemente enviados para leitura no sistema do médico radiologista, devendo esta anonimização ser revertida uma vez concluído o processo de interpretação. A anonimização deverá pois garantir a privacidade do paciente cujo exame é enviado para análise [165].

O processo de autenticação deverá compatibilizar os diferentes sistemas de autenticação num dispositivo de *single sign on*, identificando de forma fiável os utilizadores do sistema. É especialmente complexo devido à necessidade de compatibilizar a autenticação dos diferentes sistemas independentes que colaboram na prestação de um mesmo serviço [49].

Em termos de desenvolvimento, o sistema de informação a desenvolver deverá incluir uma camada de segurança que disponibilize serviços de autenticação, gestão de acessos, gestão de perfis, garantia de integridade e confidencialidade de dados, detecção de intrusões. A camada de segurança deverá ainda ser capaz de cifrar os dados que irão circular na infraestrutura entre os actores e os dados que se encontram armazenados na base de dados.

#### **4.3.7.3 Modularidade e integração**

O *broker* deverá ter uma arquitectura modular em que seja possível substituir partes da sua arquitectura por outras implementações que demonstrem ser mais eficientes, baratas ou funcionais, sem impacto nos restantes elementos. Este requisito permite, por exemplo, que

um dos módulos da arquitectura possa ser substituído por outro suportado por tecnologia completamente diferente.

Dada a natureza modular dos sistemas de imagiologia e a forma como se encontram estruturados os *standards* DICOM e HL7, uma determinada solução pode ser implementada recorrendo a uma multiplicidade de combinações de sistemas de informação e equipamento, o que leva a que cada actor possa operar com diferentes soluções para suportar uma mesma função.

Como se pretende integrar o *broker* num ambiente em que cada um desses sistemas poderá ser da mais diversa proveniência, há que garantir que são desenvolvidos interfaces normalizados de modo a satisfazer as inúmeras possibilidades de combinações de sistemas e de equipamentos que possam ser encontradas aquando da implementação do *broker*.

Sendo assim a plataforma devera possuir a capacidade de integração com outros sistemas heterogéneos previamente instalados no cenário de operação e que estão previamente definidos como actores. Para tal, deverá ser capaz de articular a informação produzida com os sistemas de gestão e contabilidade, com o sistema de notificação de utilizadores e com o sistema de arquivo e comunicação de imagens (PACS) e com o sistema de informação de radiologia (RIS) das instituições aderentes.

No que diz respeito ao sistema de gestão e contabilidade, deverá permitir efectuar o acerto de contas com cada um dos participantes e concluir a transacção do ponto de vista financeiro.

O sistema de notificação de utilizadores, deverá permitir efectuar as notificações dos participantes e gerir a participação nos leilões que decida participar.

O sistema de informação de radiologia e o sistema de arquivo e comunicação de imagens deverão trabalhar de forma integrada para que, quando ocorre a transferência de imagens entre participantes no processo, seja possível a correcta partilha de informação entre os sistemas do comprador, do vendedor e do *broker*.

## **4.4 Definição e consolidação de casos de utilização**

Nesta secção são seleccionados os casos de utilização mais significativos e relevantes para a implementação do sistema, contribuindo para a especificação dos casos a serem implementados no próximo capítulo.

### **4.4.1 Contextualização dos casos de utilização**

Em função do que foi apresentado anteriormente, os casos de utilização serão considerados tendo como ponto de partida os módulos iniciais apresentados na Figura 4.6, sendo os

módulos fundamentais para o funcionamento do sistema os módulos de *brokerage* e de avaliação.

Uma representação detalhada dos quatro módulos, com os respectivos casos de utilização pode ser encontrada nas figuras seguintes, em que se encontra igualmente a ligação dos casos de utilização com os actores identificados.

Começando pelo módulo de *brokerage*, temos os casos de utilização representados na Figura 4.7.

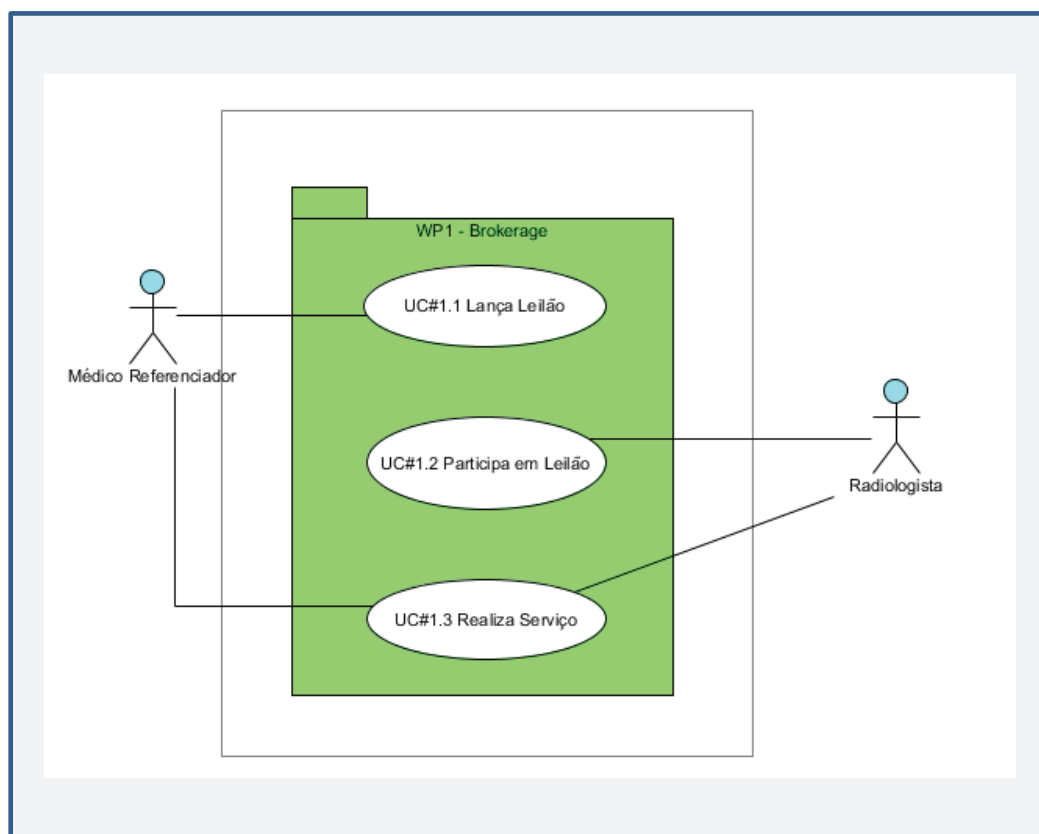


Figura 4.7: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo *brokerage*.

No caso do módulo de avaliação, temos na Figura 4.8 representados os seus casos de utilização, em que os participantes directos são o avaliador e o gestor clínico, bem como o médico referenciador, tendo participante acessório o médico referenciador queixoso que considerou que um exame foi interpretado de forma incorrecta pelo vendedor.

No que diz respeito à vertente financeira, ela é representada pelos casos de utilização contidos no módulo gestão financeira, representado na Figura 4.9, em que o participante directo é o gestor financeiro, respondendo a solicitações indirectas de todos os restantes participantes.

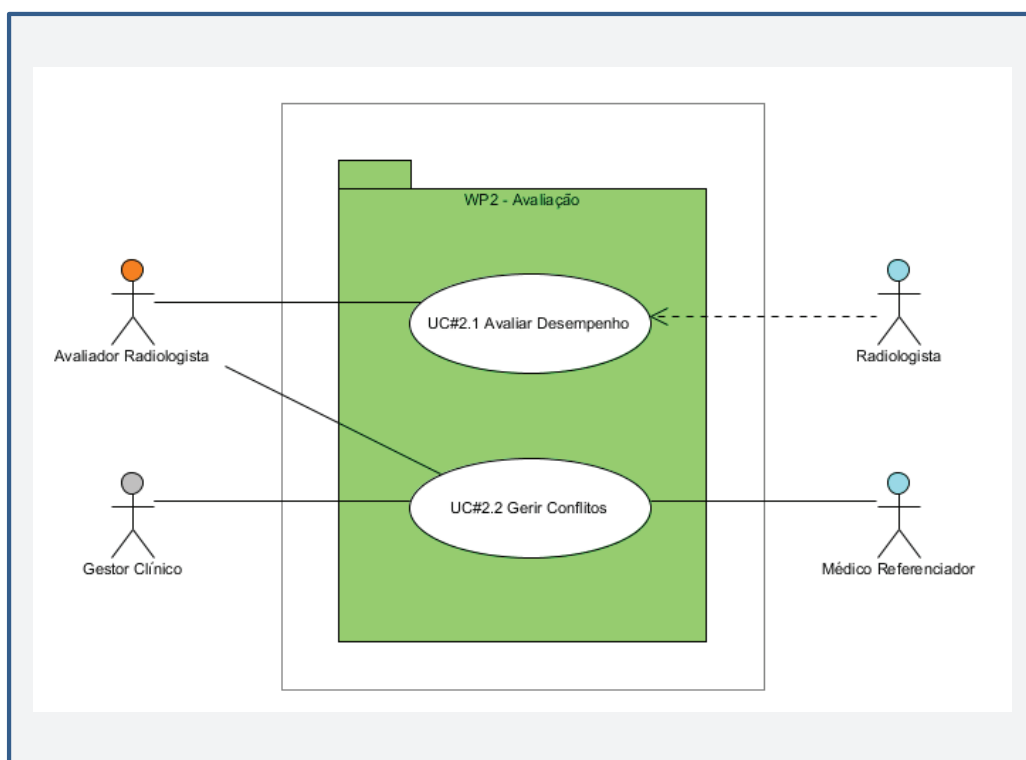


Figura 4.8: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo avaliação.

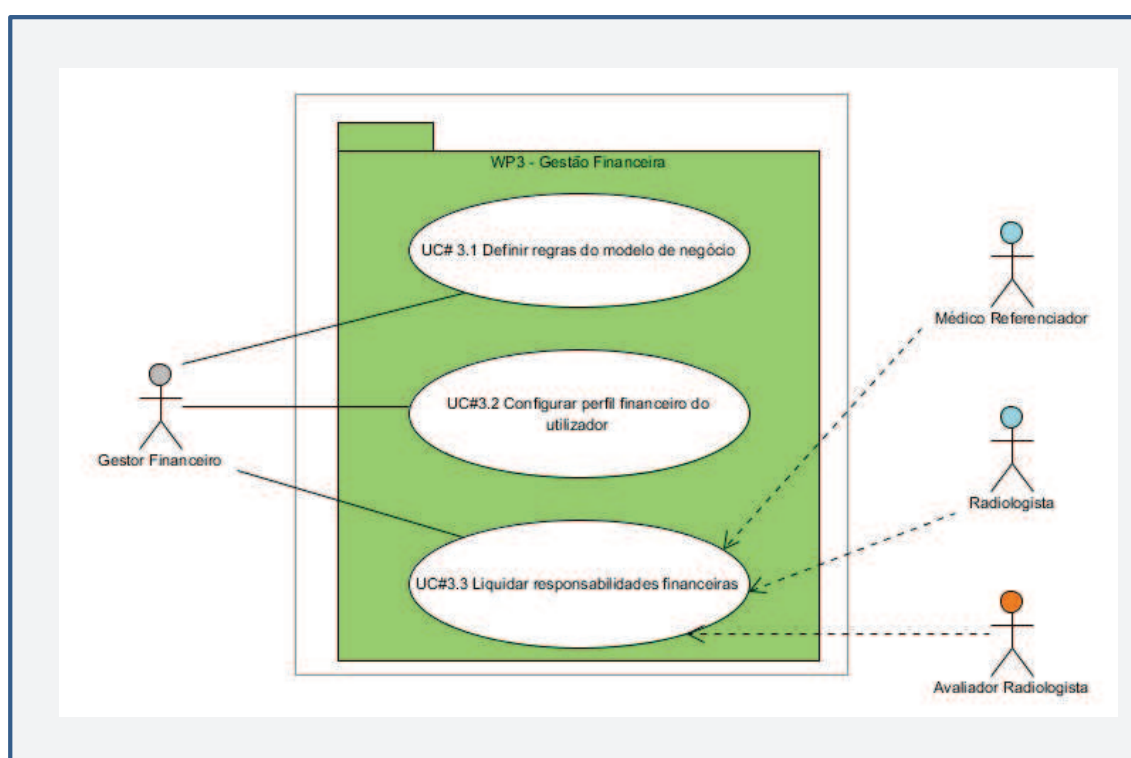


Figura 4.9: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo gestão financeira.

Finalmente o módulo de administração de sistema fica a cargo do gestor tecnológico, conforme pode ser visualizado na Figura 4.10, sendo que este actor é responsável directo por implementar os três casos de utilização e os restantes actores são participantes indirectos no caso de utilização de adição e remoção de utilizadores.

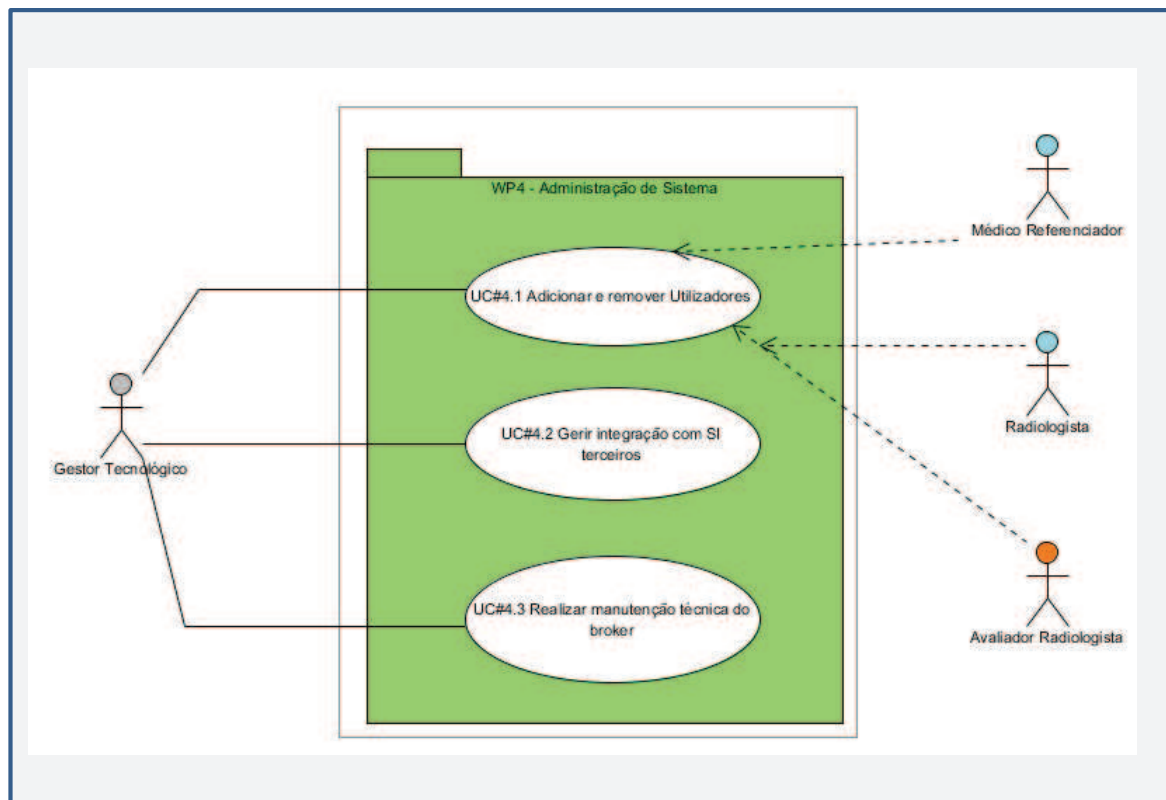


Figura 4.10: Representação detalhada dos casos de utilização do módulo administração de sistema.

Uma vez apresentados os casos de utilização, são seleccionados os casos de utilização ligados aos módulos de *brokerage* e avaliação para efectuar uma análise e especificação detalhada dos mesmos tendo em vista a concretização do sistema de informação que suporta o funcionamento do *broker*.

#### 4.4.2 Diagrama de funcionamento de casos de utilização de *brokerage*

Admitindo que, inicialmente, os utilizadores foram todos inseridos no sistema pelo gestor tecnológico e os radiologistas foram classificados aprioristicamente pelos respectivos avaliadores, vamos nesta subsecção descrever as sequências envolvidas no processo de *brokerage*, começando pelo caso em que o médico referenciador lança um leilão, procurando a interpretação de um exame radiológico sobre um dado paciente.

Neste caso de utilização o médico referenciador pretende efectuar a licitação da interpretação de um exame já efectuado e que se encontra arquivado no seu sistema, em

nome do paciente, para que dentro de um determinado período de tempo um radiologista com uma determinada qualificação seja capaz de interpretar o exame, enviando posteriormente o relatório e eventuais imagens que tenham pertinência para o relatório.

Depois de disponibilizar o exame e os dados do paciente ao *broker*, é lançado pelo médico referenciador um pedido de leilão que contém as variáveis de leilão, nomeadamente o preço máximo que o paciente está disposto a pagar pela leitura do exame, de acordo com as convenções que eventualmente subscrisse, o grau mínimo de qualificações do radiologista, o exame (e eventualmente o tipo de exame, em maior detalhe) e o intervalo de tempo máximo pretendido para a realização da interpretação e obtenção do relatório, podendo eventualmente o pedido englobar um campo livre com outras indicações para interpretação e um campo caso o paciente pretenda a anonimização dos dados.

Depois de encontrar um conjunto de radiologistas que estão dispostos a interpretar realizar um exame pelo preço máximo fixado pelo paciente (e de acordo com as convenções por ele subscritas), e tendo os radiologistas respondido afirmativamente à convocatória entretanto enviada, é iniciado um processo de leilão entre os participantes que terá a duração correspondente a 10% do intervalo de tempo máximo pretendido para a realização da interpretação, nunca inferior a 30 minutos, permitindo a optimização da relação entre as partes [166].

Após a conclusão do processo de licitação entre participantes no leilão, os participantes deverão ser informados do vencedor e do preço final, sendo igualmente o médico requisitante informado. É então iniciado o processo de transferência de informação do exame e do paciente do sistema do *broker* para o sistema do radiologista vencedor do leilão. Caso o pedido de leilão solicite a anonimização da informação, esta deverá ser previamente anonimizada no *broker*, sendo passada apenas para o radiologista o exame devidamente anonimizado.

Após verificar a qualidade do relatório e das imagens anexas de acordo com os critérios de controlo de qualidade auto impostos ou em vigor na instituição a que pertence, o relatório é armazenado no sistema da instituição a que o radiologista pertence e o relatório é então transferido para o sistema do *broker* de leitura, conjuntamente com o conjunto de imagens que sejam consideradas pertinentes para o exame em estudo, sendo ambos associados com o processo de licitação anteriormente realizado.

Caso seja necessário, o *broker* efectua a desanonimização das imagens recebidas e envia o relatório e as imagens desanonimizadas para o médico referenciador, que analisa o relatório efectuado e dá o seu veredicto. Caso o relatório e respectivas imagens estejam de acordo com o esperado em termos de qualidade, comunica a aceitação para o *broker* de leitura, que comunica a aceitação ao radiologista e processa a prestação de serviço junto do gestor financeiro.



Caso o exame seja rejeitado, será alvo de um procedimento descrito na subsecção “4.4.4 – Gestão de conflitos em caso de rejeição”.

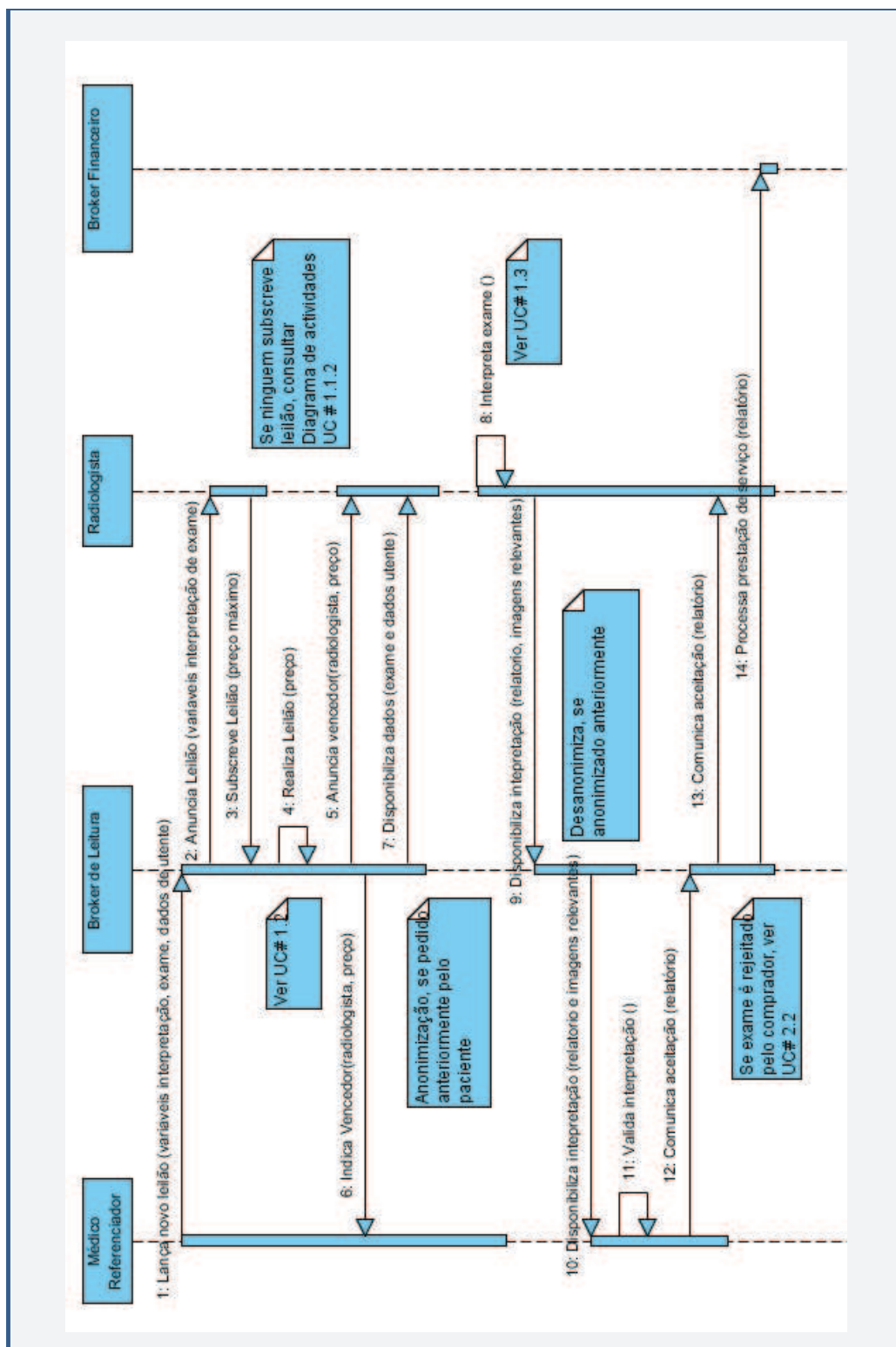


Figura 4.11: Diagrama de sequência dos casos de utilização "Lança leilão".

Na Figura 4.11, pode ser observada a descrição sob o ponto de vista de um diagrama de sequência os passos anteriormente descritos, englobando de uma forma mais detalhada o caso de utilização “Lança leilão”.

#### 4.4.3 Diagrama de sequência de casos de utilização de avaliação

Estes casos de utilização têm lugar quando, após um determinado período de tempo, ou após a realização de um determinado número de interpretações, pré-definidas contratualmente no início da actividade (ou seja, quando se inscrevem no sistema), o trabalho dos radiologistas é revisto por uma entidade avaliadora, aceite como tal, que tem como função verificar a qualidade do trabalho efectuado e alterar dinamicamente a classificação do radiologista. Para tal, os relatórios (e imagens significativas) são revistos por uma entidade que irá avaliar o desempenho do radiologista ao longo desse período de tempo e ajustar a sua classificação de acordo com esse desempenho.

O *broker* deverá começar por criar o registo identificativo do radiologista, com a sua avaliação *ad-hoc* efectuada aquando da sua admissão ao sistema e da periodicidade com que pretende ser avaliado, podendo esta periodicidade ser temporal ou com base no número de exames efectuados. Igualmente, e de forma a cumprir com uma eventual extensão a regras comunitárias anteriormente referidas, poderá enriquecer a informação do radiologista com dados sobre a sua credenciação profissional, a existência de seguros profissionais e o domínio de línguas estrangeiras, que permitam a prestação de serviços noutros sistemas.

Sempre que uma dada interpretação é dada como aceite no *broker*, deverá ser verificado se é chegada a altura de esse radiologista ser sujeito a avaliação. Em caso afirmativo, é solicitada uma avaliação a um dos avaliadores de radiologista disponíveis, sendo enviado um pedido. Após aceitação desse pedido por parte do avaliador, é disponibilizada informação relativamente ao radiologista, contendo a classificação e histórico de desempenho, e as interpretações e imagens associadas (ou uma amostra significativa de interpretações e imagens associadas) realizados desde a última avaliação.

O avaliador realiza a avaliação das interpretações efectuadas produzindo um relatório onde justifica o novo nível de classificação do radiologista.

O novo nível é comunicado ao radiologista, (que poderá recorrer para um segundo avaliador caso não concorde com a nova classificação, sendo neste caso repetidos os passos anteriores) e uma vez aceite, é inserido no seu processo no *broker* de leitura, e a prestação do serviço de avaliação é comunicada ao gestor financeiro para processamento dos custos associados.

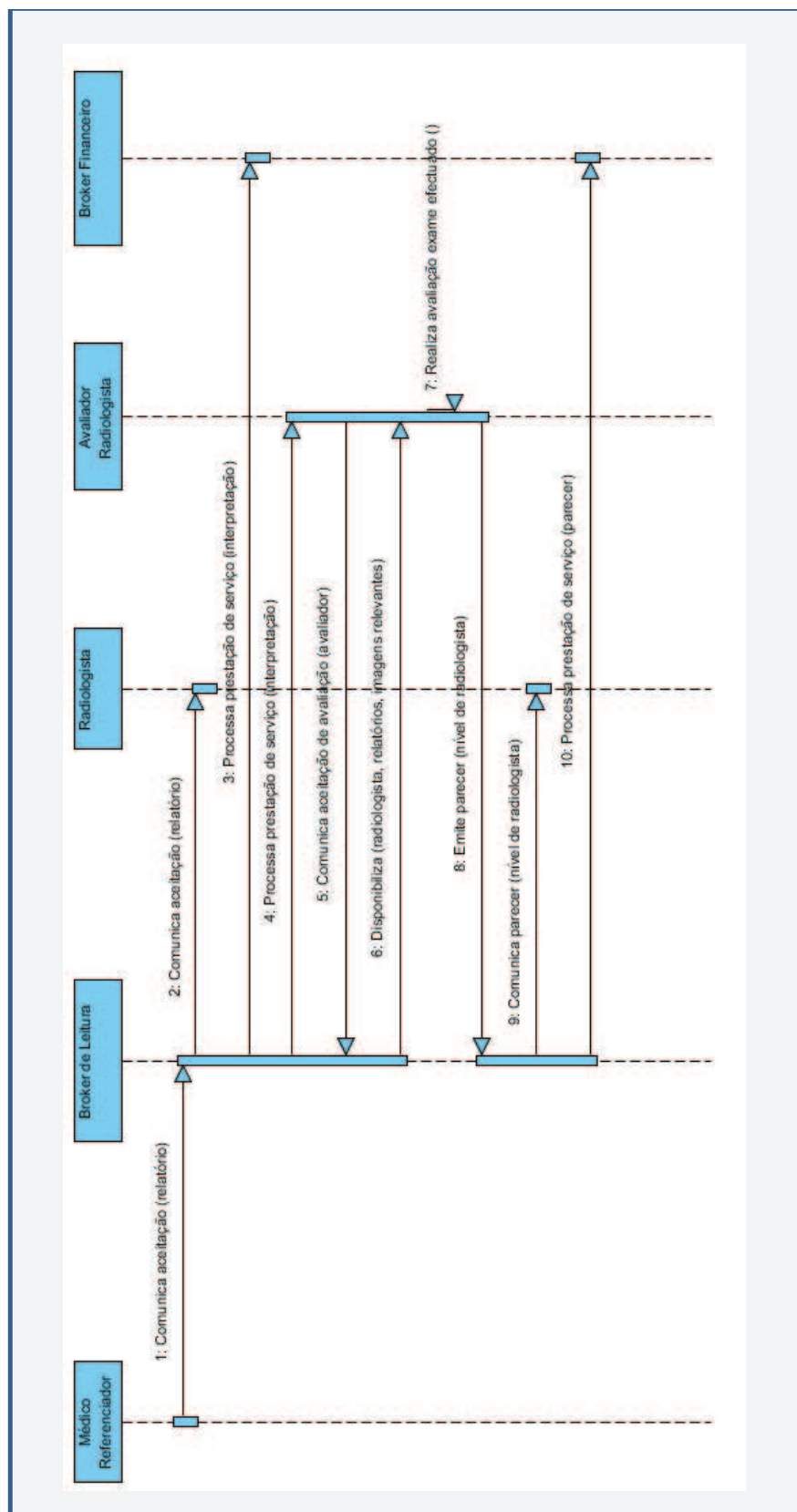


Figura 4.12: Implementação de procedimentos de avaliação de desempenho dos radiologistas.

De notar que, caso o avaliador detecte algum erro grave na interpretação de um dos exames (não detectado anteriormente), deverá ser espoletado um processo de comunicação ao médico referenciador para mitigação dos problemas clínicos associados.

Na Figura 4.12 pode ser observada a descrição sob o ponto de vista de um diagrama de sequência os passos anteriormente descritos, englobando de uma forma mais detalhada o caso de utilização “Avaliar desempenho”.

#### **4.4.4 Gestão de conflitos em caso de rejeição**

Este caso de utilização ocorre quando um determinado exame, interpretado por um radiologista, é rejeitado pelo médico referenciador.

Nesse caso, a rejeição é comunicada ao *broker* de interpretação com um comentário, sendo que o *broker* comunica ao radiologista o comentário, a identificação do relatório e do exame rejeitado.

Simultaneamente, é comunicado ao gestor clínico a rejeição com o relatório, o exame e o comentário, cabendo a este o lançamento de um pedido de avaliação junto do avaliador de radiologistas.

Após a emissão de parecer por parte do avaliador de radiologistas, este parecer é comunicado ao gestor clínico. A partir daqui, se o parecer é favorável ao radiologista, o exame é processado e o resultado é comunicado ao médico referenciador. Caso o parecer seja negativo, o radiologista poderá recorrer e, se após esse recurso o resultado continuar a ser negativo, terá que efectuar novamente a interpretação do exame e reiniciar o processo de interpretação.

Na Figura 4.13 pode ser observada a descrição sob o ponto de vista de um diagrama de sequência os passos anteriormente descritos, englobando de uma forma mais detalhada o caso de utilização “Gerir conflitos”.

### **4.5 Comparação com sistemas existentes**

Tendo ao longo das últimas secções apresentado de forma sistemática os requisitos de como o sistema se deverá comportar, elencando um vasto conjunto de requisitos e de procedimentos para actores do sistema, devemos neste ponto procurar uma metodologia coerente que permita avaliar o sistema a ser desenvolvido.

Pretendemos que esta metodologia, para além de avaliar o sistema a desenvolver no próximo capítulo, nos permita efectuar uma avaliação de sistemas com funcionalidades semelhantes, já apresentados anteriormente, e que de alguma forma complementam o sistema que pretendemos desenvolver.

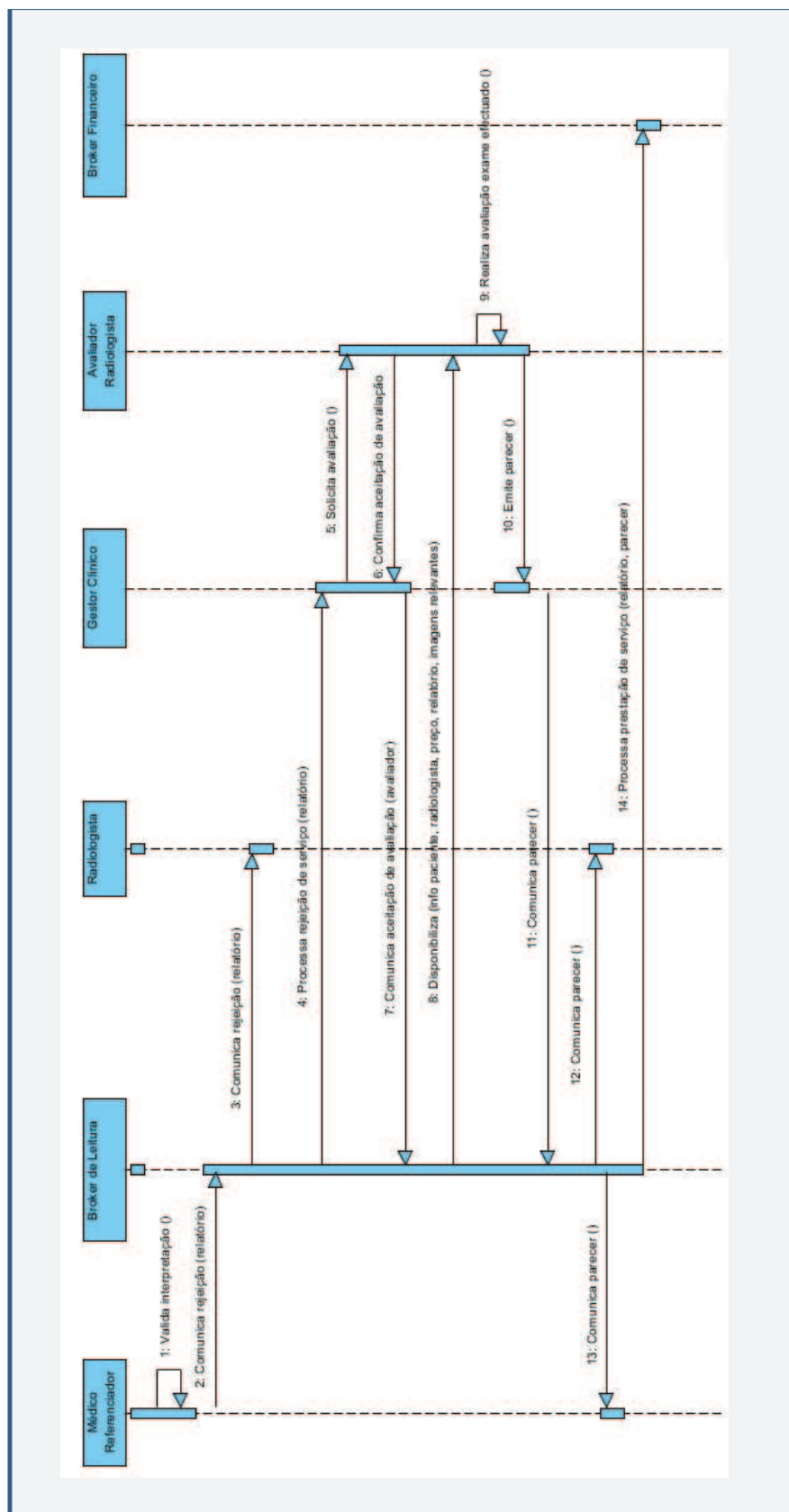


Figura 4.13: Implementação de procedimentos de gestão de conflitos entre médico referenciador e radiologista.

Esta metodologia deverá servir de ponto de referência quando se efectua a avaliação do sistema para resolução dos problemas identificados nos dois capítulos anteriores.

#### 4.5.1 Metodologia de avaliação do sistema

O primeiro parâmetro de análise deverá ser em relação à **capacidade de integração com os sistemas existentes**, nomeadamente com os sistemas de comunicação e arquivo de imagens, bem como com as modalidades de imagiologia. Assim, cada um dos intervenientes deverá, como resultado das suas acções, ser capaz de extrair e integrar a informação gerada de forma transparente nos sistemas existentes das instituições onde trabalha, respeitando os requisitos de segurança da instituição.

O segundo parâmetro está relacionado com a capacidade de os participantes efectuarem as actividades descritas com o mínimo de limitações geográficas, como que possuindo o dom da **ubiquidade**, nomeadamente quando estas não se encontram limitadas pela necessidade de se integrarem com sistemas existentes e necessitam simplesmente de participar nos leilões propostos, ou então efectuar os trabalhos a que se propõem.

Para que tal suceda, deveremos supor a existência de um **sistema versátil do ponto de vista técnico** que permite a sua utilização de forma transparente, quer pela entidade compradora de interpretação, quer pela entidade prestadora do serviço de interpretação do exame (vendedora). Isto significa que a mesma aplicação poderá ser utilizada (e reutilizada) por ambas as entidades, sendo a diferenciação baseada no perfil de utilizador e login, agindo o *broker* como entidade de coordenação.

Deveremos supor igualmente se trata de um **sistema versátil do ponto de vista financeiro**, deverá o *broker* funcionar como um intermediário entre os participantes. Neste caso, o *broker* funcionará como o criador de um mercado entre os diferentes participantes, proporcionando o encontro entre entidades com necessidade e capacidade de interpretar um exame imagiológico.

A versatilidade técnico-financeira implica a capacidade de identificação individual de cada um dos utilizadores, sejam eles compradores ou prestadores de serviços, bem como a capacidade de a todo o momento ser capaz rastrear as actividades de cada um deles, será uma capacidade que designaremos como **accountability de utilizadores**. Esta capacidade permitir-nos-á manter um cadastro das actividades de cada um dos participantes e proceder à sua responsabilização sempre que tal se manifeste como necessário ou adequado.

Finalmente, um dos parâmetros de avaliação mais importantes será o da **segurança**, dado que garantirá que só pessoas devidamente credenciadas terão acesso ao sistema e que este não será acessível por entidades terceiras e/ou não devidamente autorizadas. Igualmente deverá garantir que somente terão acesso à informação de acordo com o perfil inicialmente

definido, limitando o âmbito das acções que possam os utilizadores eventualmente tomar ou a informação a que possam aceder.

Cada um destes seis parâmetros irá ser avaliado como permitindo o funcionamento do sistema de acordo com o âmbito geográfico.

Para tal definiremos quatro níveis de actuação:

**Nível local ou institucional.** O parâmetro do sistema em análise é válido dentro de uma área restrita, normalmente uma instituição de saúde, podendo revelar insuficiências fora do seu âmbito, nomeadamente quando agregando várias instituições e/ou utilizadores externos.

**Nível regional ou de rede de instituições.** O parâmetro do sistema em análise é válido dentro de uma região delimitada, abrangendo normalmente um conjunto de instituições, podendo revelar insuficiências fora do seu âmbito, nomeadamente quando considerado sob o ponto de vista nacional.

**Nível nacional.** O parâmetro do sistema em análise é válido dentro de um país, abrangendo normalmente um sistema de saúde, mas podendo revelar insuficiências quando funciona a nível trans-fronteiriço com participantes de diferentes países.

**Nível trans-fronteiriço.** O parâmetro do sistema em análise é válido considerando vários sistemas nacionais de saúde e integrando-os correctamente no seu seio.

Este conjunto de características pode ser sistematizado na seguinte matriz bidimensional representada na Tabela 4.1, e que servirá para nos efectuar a avaliação do sistema proposto ao longo do próximo capítulo.

Tabela 4.1: Template de matriz de avaliação de adequação de sistema.

	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Local ou institucional						
Regional						
Nacional						
Trans-Fronteiriço						



Com base nesta matriz de avaliação, iremos efectuar análise da adequação de requisitos e de sistema ao estado da arte das arquitecturas já existentes para problemas semelhantes e iremos propor uma arquitectura técnica para o problema que temos em mãos.

#### **4.5.2 Análise comparativa de sistemas já existentes**

Nesta secção é efectuada uma avaliação do posicionamento dos sistemas existentes face às características que se pretende satisfazer num sistema de *brokerage*, de acordo com os critérios expostos anteriormente, para as situações de implementação a nível nacional, com possível extensão a nível trans-fronteiriço.

##### **4.5.2.1 IHE – *Integrating the Healthcare Enterprise***

Nesta subsecção, efectuaremos uma análise relativa a um sistema que se enquadre com a iniciativa IHE-*Integrating the Healthcare Enterprise*, utilizando o perfil de integração de *Cross-Enterprise Document Sharing for Imaging* (XDS-I).

De acordo com as indicações fornecidas em 2.4.1 - Quadro tecnológico, teremos o seguinte enquadramento para a perspectiva nacional, com possível extensão a nível trans-fronteiriço.

Em termos de integração da solução com os sistemas existentes, poderemos preservar a estrutura hierárquica e de processos existente, sendo necessário que cada um dos sistemas passe a referenciar um dado repositório onde os documentos passarão a ser depositados para que possam ser “consumidos” pelos seus parceiros. Será necessário estabelecer um repositório específico onde as imagens sejam depositadas, podendo esta abordagem ser válida para um cenário nacional ou trans-fronteiriço.

Se o *profile* XDS-I é claro quanto à forma como os PACS existentes se integram como fornecedores e/ou consumidores de informação, o mesmo já não acontece no que diz respeito à forma de como se devem comportar como repositórios de informação [86]. Está em curso a discussão de uma sugestão quanto à forma de melhor definir este repositório com base na experiência obtida na implementação canadiana [167] do sistema.

Cada repositório poderá ser responsável por uma cidade, região ou país, conforme se verifica nos repositórios existentes na Europa, Ásia, África do Sul e América do Norte [87] sendo que podemos ter repositórios em piloto e já em produção, sendo assim validada a capacidade de implementação e de versatilidade técnica do sistema. Não fica no entanto clara, deste conjunto de implementações a capacidade de extensão para estruturas trans-fronteiriças.



Para além disso, não se verifica que o sistema tenha capacidade para gerir a relação do ponto de vista financeiro entre os utilizadores, nem que tenha capacidade de gerir e auditar o desempenho dos radiologistas que efectuem a interpretação dos exames.

Em termos de segurança, o XDS-I implica a utilização do perfil IHE ATNA (*Audit Trail and Node Authentication*) que é composto por dois actores. O primeiro, *Secure Node*, garante que todas as transacções envolvendo servidores são efectuadas de forma segura e só com outros nós seguros na rede, utilizando o protocolo *Transport Layer Security* (TLS) para encriptar os dados trocados numa rede. O outro actor, *Audit Record Repository*, é responsável pela armazenagem persistente de eventos que tenham afinidade com o domínio e podem ser auditados sempre que uma aplicação importa, exporta ou pesquisa informação considerada sensível [86].

Em resumo, poderemos desenhar dois mapas distintos, consoante analisemos o IHE/XDS-I da perspectiva nacional ou trans-fronteiriça.

Na versão nacional, terá a avaliação de desempenho apresentada na Tabela 4.2, face aos critérios apresentados anteriormente:

Tabela 4.2: Avaliação do desempenho de um sistema IHE/XDS-I de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível nacional.

IHE/XDS-I	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Nacional	√	√	√	X	X	√

Ou seja, dispomos de um sistema com a capacidade de cumprir com as vertentes técnicas de integração de sistemas, ubiquidade e segurança, sem que no entanto forneça, por si só, a capacidade de gestão financeira e de avaliação de desempenho dos utilizadores.

Quando analisado da perspectiva trans-fronteiriça, teremos a avaliação de desempenho apresentada na Tabela 4.3:

Tabela 4.3: Avaliação do desempenho de um sistema IHE/XDS-I de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço.

IHE/XDS-I	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Trans-Fronteiriço	√	X	√	X	X	√

Nesta configuração, às incapacidades de gestão financeira e de avaliação de desempenho dos utilizadores teremos que sobrepor o problema da partilha de informação entre consumidores de países diferentes, impossibilitando a sua utilização de uma forma ubíqua.

#### 4.5.2.2 R-Bay

Apesar dos benefícios já largamente estudados e validados, e do facto de a teleradiologia estar implementada há mais de duas décadas nos países da União Europeia, a sua utilização em serviços trans-fronteiriços não foi ainda concretizada. Neste momento existe apenas um pequeno conjunto de empresas comerciais a prestar o serviço de teleradiologia trans-fronteiriça ao nível da União Europeia e o número de exames reportados anualmente por esta via situa-se entre os 100.000 e os 200.000, uma cifra irrisória quando comparada com os cerca de 500 milhões de exames realizados anualmente na União Europeia.

A implementação do sistema R-Bay, promovida num projecto europeu conjunto por sete países, permite, mediante a ligação dos sistemas imagiológicos a uma infra-estrutura centralizada de leilões, o aproveitamento da capacidade existente em termos de radiologistas nos países do antigo Bloco de Leste, de forma a dar resposta às necessidades dos países nórdicos da bacia do Báltico e, em certa medida, permitir a redução dos preços praticados mediante a utilização de mecanismos de *outsourcing* [44].

Esta tendência é amplificada pelo facto de existir ao nível da União Europeia uma distribuição desigual de radiologistas que vai dos 60 aos 250 radiologistas por milhão de habitantes, sendo que no Japão este número se situa nos 36 radiologistas por milhão de habitantes [168].

O estabelecimento da plataforma R-Bay foi efectuado recorrendo a um *eMarketplace* que liga muitos radiologistas a muitos radiologistas mediante a utilização de um nó central ou uma plataforma através do qual as instituições participantes no mercado se podem interligar de forma segura, não permitindo o acesso a partes terceiras. Os parceiros clínicos são provenientes da República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, Lituânia e Holanda.

Para além dos problemas de segurança, outros desafios com que este projecto se defrontou residiu na capacidade de interoperabilidade semântica, aceitação do trabalho realizado e

garantia de qualidade do serviço prestado, bem como validar os ganhos proporcionados pela abordagem baseada na criação de um eMarketplace.

A ligação técnica foi conseguida mediante o estabelecimento de túneis VPN entre os parceiros e o acesso aos dados clínicos apenas permitido ao pessoal clínico devidamente qualificado entre as instituições participantes.

Num subprojecto, foi efectuada uma experiência tendo como base a realização de interpretação do mesmo exame por três radiologistas, sendo a variabilidade inter-observador avaliada com base numa escala de 4 níveis, sendo que os 2 primeiros correspondem a discrepâncias clínicas insignificantes e os 3º e 4º níveis correspondem a discrepâncias clínicas significativas.

Não foi possível avaliar a satisfação do pessoal clínico com o serviço prestado dado que este não se converteu numa prática rotineira em quaisquer dos hospitais participantes no projecto.

Contudo, foi possível verificar um conjunto de vantagens do lado do comprador, nomeadamente, a possibilidade de, com uma só integração, aceder a um vasto mercado com vários vendedores e opções, permitindo a comparação de disponibilidade e tempo de resposta para vários relatórios. É deixado igualmente a cargo do *eMarketplace* a verificação das certificações dos participantes e a parte legal e financeira do problema, proporcionando sempre o melhor preço, 24/7/365. É também um serviço particularmente útil para utilizadores de pequena dimensão dado que, baseado numa política de *pay as you go* não requer um grande investimento inicial por parte do comprador.

Do lado do vendedor, abre a possibilidade de, com uma só integração aceder a um vasto mercado com vários compradores e opções, possibilitando a disponibilização de apresentação de vantagens competitivas como sub-conhecimentos específicos, disponibilidade, etc. Possibilita ainda concorrer, em determinados casos com base no preço. Proporciona *back-up* do vendedor em caso de doença ou férias permitindo a realização de um planeamento de trabalho atempado. Finalmente, permite a demonstração do trabalho efectuado mediante um esquema de garantia de qualidade baseado em 4 níveis.

Para ambas as partes temos que se trata de um sistema fácil de integrar, com o *eMarketplace* a tratar das questões de segurança e de privacidade, bem como das questões de pagamento e contratos entre as partes.

Sendo o conceito do R-Bay comparado com a plataforma subjacente ao eBay, não se trata apenas de um plataforma segura para consumo e aprovisionamento de imagens, proporcionando igualmente a ambas as partes serviços como garantia de qualidade, gestão de contratos e soluções de facturação e gestão financeira. O problema da conversão dos relatórios efectuados em diferentes línguas para diferentes utilizadores é efectuado tendo por base um sistema de interoperabilidade semântica que permite que a conversão dos

relatórios em várias línguas mediante a utilização de uma *Structured Multilingual Reporting Tool* (SRT) [44].

Em resumo, e avaliando o projecto da perspectiva trans-fronteiriça, com base nos critérios identificados anteriormente temos a Tabela 4.4:

Tabela 4.4: Avaliação do desempenho da plataforma do projecto R-Bay de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço.

R-Bay	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Trans-Fronteiriço	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Apesar de esta plataforma alcançar todos os objectivos pretendidos com a implementação de um sistema de teleradiologia transfronteiriça em países que demonstram ter entre si assimetrias similares às que foram apresentadas no “Capítulo 3 - Serviços de radiologia: a situação em Portugal para o caso português”, não tem passado ainda da sua fase experimental. No entanto, apresenta alguns ensinamentos que se revelam importantes para o desenvolvimento do nosso trabalho, nomeadamente em termos de aceitação de sistemas de avaliação e de estruturas linguísticas de criação de relatórios.

#### 4.5.2.3 Dicoogle

O sistema baseado no Dicoogle, sendo ainda uma implementação sob a forma de protótipo de um conceito baseado na ideia de aplicar os conceitos subjacentes ao motor de busca Google a imagens médicas, consiste na capacidade de, com uma rede dispersa de nós servidores de imagens, poder alimentar os clientes e providenciar a redundância necessária ao funcionamento do sistema.

Trata-se de uma implementação experimental, que para já interliga um conjunto de nós e utilizadores localizados em diferentes instituições. Estas instituições caracterizam-se por se encontrarem em locais bem definidos onde é facilmente identificável a entidade que opera o sistema.

Este sistema pode encontrar-se localizado em qualquer uma das instituições, podendo ser operada a partir de qualquer um dos terminais a que o utilizador se encontra agregado.

Neste momento não existe nenhum mecanismo que permita a articulação de mecanismos financeiros na relação entre participantes, nem é possível estabelecer qualquer mecanismo de accountability da interpretação dos exames efectuados pelos utilizadores.

O modelo conceptual do *Dicoogle Affinity Domain* composto por três instituições diferentes pode ser analisado na Figura 4.14, sendo a intercomunicação providenciada por uma rede *peer to peer* completamente descentralizada, sendo as *queries* de pesquisa enviadas para cada *peer* Dicoogle, sendo os resultados da pesquisa devolvidos para o *peer* interrogador.

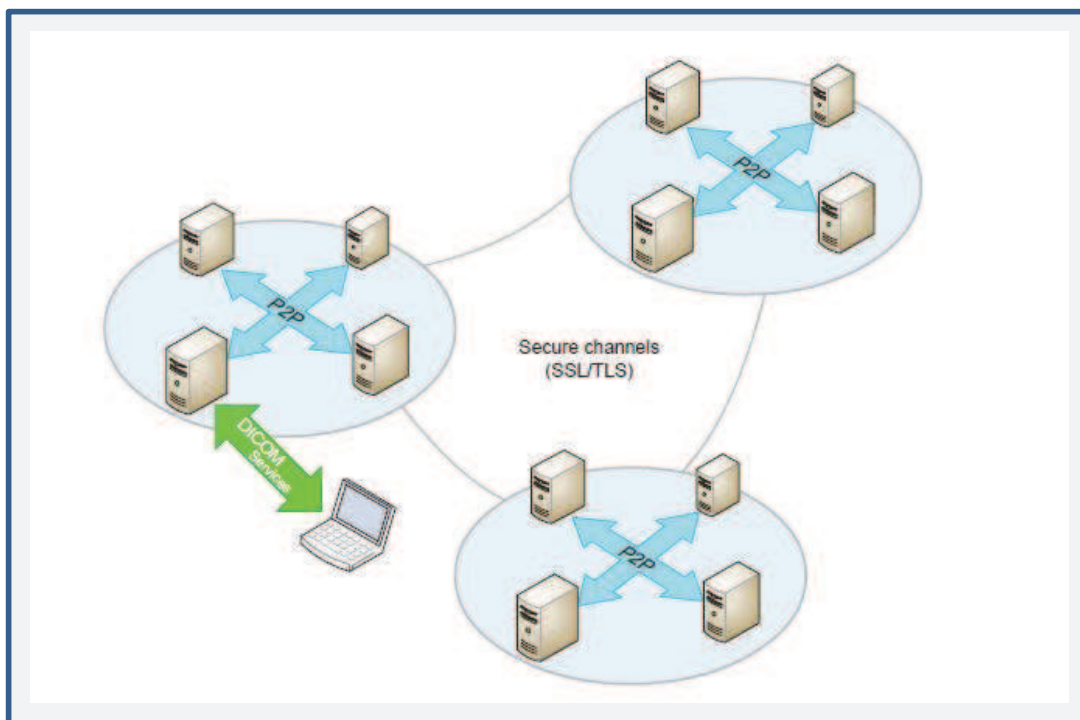


Figura 4.14: *Dicoogle Affinity Domain* interligando 3 instituições distintas.

Assim, para comunicar com sistemas de diferentes vendedores, o Dicoogle utiliza os serviços DICOM de *storage*, *query*, *retrieve* e *modality worklist*, integrando directamente os sistemas das diferentes instituições.

A comunicação entre os diferentes *peers* localizados em diferentes instituições é conseguida utilizando ligações seguras que interligam as ilhas dispersas de *peers* [92, 93].

Em resumo, e avaliando o sistema face a uma eventual implementação numa perspectiva trans-fronteiriça, com base nos critérios identificados anteriormente temos a Tabela 4.5:

Tabela 4.5: Avaliação do desempenho de uma eventual implementação do sistema Dicoogle de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço.

Dicoogle	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Trans-Fronteiriço	√	√	√	X	X	√

Não sendo este um sistema desenhado de raiz para solucionar o problema de assimetria com que nos defrontamos e pretendemos resolver, é no entanto uma solução técnica interessante quando pretendemos fornecer os utilizadores com um mecanismo de redundância de acesso à informação, bem como quando pretendemos facilitar a descoberta de informação por parte dos utilizadores.

## 4.6 Conclusões

Neste capítulo, depois de analisar o contexto e a forma como se realizam os exames imagiológicos foram identificados os produtos a desenvolver de forma a resolver e solucionar os problemas que nos foram colocados no último capítulo.

Para que tivéssemos uma abordagem mais rigorosa, foi desenvolvido um conjunto de módulos para efectuar um levantamento dos requisitos sob o ponto de vista funcional. Complementarmente, foram identificadas as qualidades que o sistema deverá ter sob o ponto de vista de usabilidade, segurança, modularidade e integração.

Face a estes requisitos foi definido e consolidado um conjunto de casos de utilização para os módulos de *brokerage* e de avaliação, fundamentais para o correcto funcionamento do sistema.

O capítulo conclui-se com a criação de uma matriz bidimensional de avaliação de soluções que tem em conta os seis requisitos fundamentais a serem implementados pelo sistema e as quatro dimensões geográficas onde podem ter lugar.

Esta matriz é utilizada para analisar as características dos sistemas alternativos ao que propomos, de acordo com a perspectiva nacional e trans-fronteiriça.



# Capítulo 5

---

## 5 Protótipo do sistema

Depois de nos capítulos anteriores se ter apresentado o problema com que nos deparamos a nível nacional e termos identificado um conjunto alargado de casos de utilização tendo em vista a sua resolução, neste capítulo iremos implementar, do ponto de vista tecnológico, os casos de utilização em apreço, tendo em conta o actual *status quo* e efectuando o mínimo de alterações possível na actual infra-estrutura existente.

Começaremos por analisar a forma como o protótipo deverá ser desenvolvido de forma a para satisfazer os casos de utilização e as adaptações que será necessário efectuar para que o sistema funcione adequadamente.

De seguida iremos proceder a selecção das funcionalidades a implementar e à explicação detalhada, do ponto de vista técnico, de como funciona o sistema. Aqui será descrita a arquitectura do sistema e a forma como foi implementado o protótipo que valida os principais conceitos nele reflectido, sendo analisada a forma de funcionamento e as vantagens e desvantagens da utilização de um sistema deste tipo face ao sistema tradicional em vigor e as principais alternativas, apresentadas no início deste capítulo.

A partir do protótipo apresentado, são efectuadas reflexões face ao trabalho realizado e tendo em vista integrações futuras passíveis de serem efectuadas com outros intervenientes no processo, concluindo o capítulo com um balanço do que foi conseguido do ponto de vista técnico face aos objectivos iniciais.

### 5.1 O sistema BizzPool – Contributos e desenvolvimentos

A arquitectura funcional apresentada no capítulo anterior assume que existe a agregação e integração de fontes de informação diversas e autónomas entre si, implicando a existência de um mecanismo que coordena a relação entre as diferentes fontes de informação, tendo em conta as dificuldades técnicas e a regras segundo as quais os indivíduos e as organizações envolvidas podem fornecer os dados.



Para alcançar este objectivo de integração entre as diferentes participantes, a integração da informação tem que ir além da simples integração estática para uma solução dinâmica baseada na utilização de serviços, podendo os utilizadores escolher as funcionalidades pretendidas à medida que vão sendo necessárias para a sua realização.

A confluência de múltiplos componentes distribuídos e a dificuldade que muitos dos utilizadores, treinados para trabalharem em ambientes clínicos, apresentam em integrar dados dispersos, levou a reflectir sobre a pertinência de integrar a informação disponibilizada pelos diferentes utilizadores através da utilização de um *broker* que integrasse os dados de um conjunto de entidades autónomas participantes. Assim, o *broker* passa a funcionar como ponto de encontro entre os diferentes participantes, sem que nenhum destes tenha que agir como repositório do sistema nem que nenhum dos participantes tenha que efectuar qualquer tipo especial de integração da informação disponibilizada pelos PACS.

Ao adoptar uma abordagem baseada no *broker*, será possível a cada um dos participantes manter a sua autonomia, juntando-se ao sistema de negociação quando necessário (enquanto comprador de interpretação de exames), e podendo agir igualmente de forma autónoma como vendedor (de interpretação de exames), podendo mediante um interface próprio pesquisar informação e manter graus de autonomia que entenda por mais adequados. Poderá igualmente, trabalhar em modo *off line* permitindo a realização de algumas das tarefas desligado da rede, como por exemplo a interpretação de alguns exames.

### **5.1.1 Caracterização geral de funcionamento**

Assume-se que na sua forma original o sistema é composto de diferentes utilizadores, dispersos geograficamente, sem que exista um *broker*, mas existindo compradores e vendedores de interpretação de exames, bem como avaliadores de desempenho de vendedores, conforme representado na Figura 5.1.

Cada um destes elementos, dada a sua similitude em termos comportamentais, poderá ser agregado em *pools*, ficando cada uma das entidades pertencente às *pool* respectiva de comprador (*buyer pool*), vendedor (*seller pool*), avaliador (*evaluator pool*), podendo interligar-se estas *pools* mediante a introdução de um *broker* entre elas, conforme representado na Figura 5.2, num mercado que designaremos por Bizz Pool.

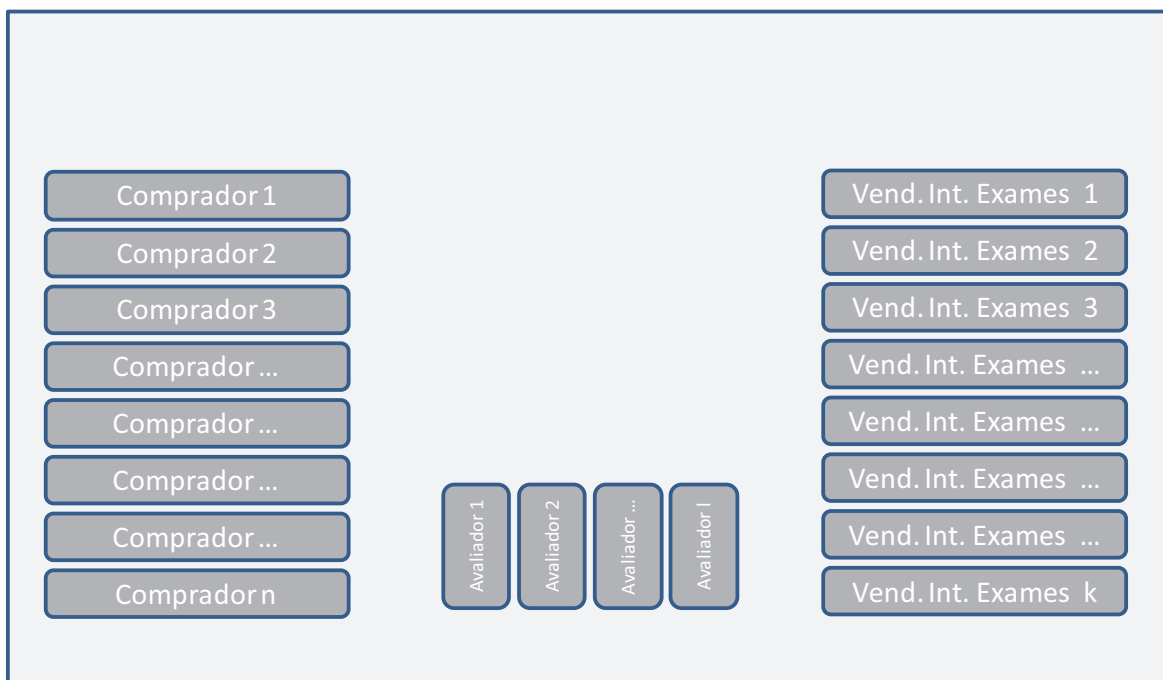


Figura 5.1: Universo de participantes no mercado, sem agregação.

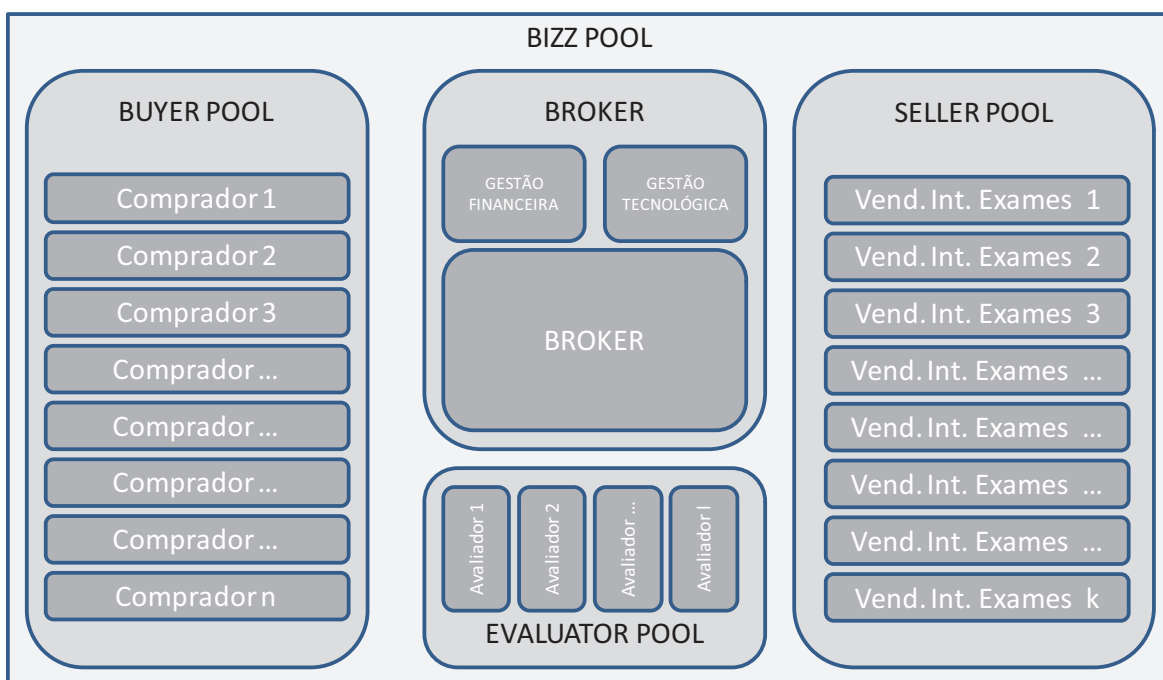


Figura 5.2: Visão geral do sistema, agregando cada um dos participantes em *pools*, num mercado que designaremos por Bizz Pool.

Cada um dos participantes pode ser detalhado em termos de funcionalidades da forma representada na Figura 5.3.

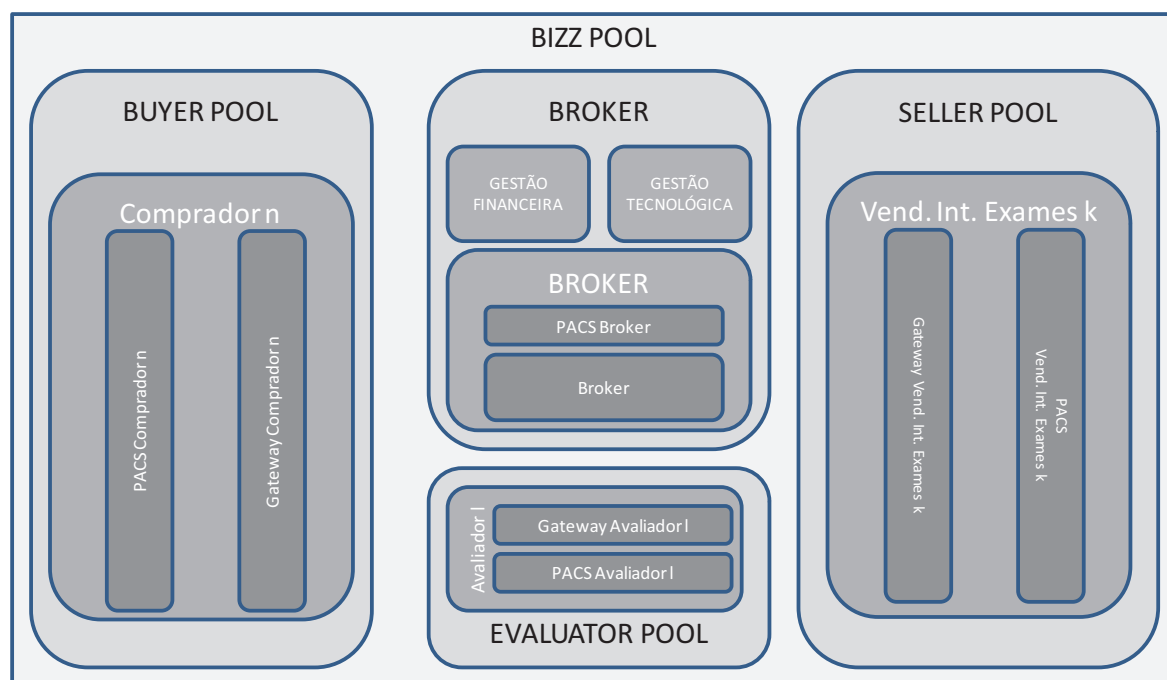


Figura 5.3: Detalhe de funcionalidades de cada um dos participantes de cada uma das *pools*.

A partir deste detalhe, e dos requisitos apresentados anteriormente, é possível identificar as funcionalidades que cada um dos participantes deverá satisfazer numa arquitectura funcional genérica, que apresentamos na Figura 5.4.

Caberá ao *broker* o papel central, efectuando a gestão do leilão (lançado pelo comprador), mediante o seu anúncio às partes interessadas e a gestão do processo subsequente de subscrição, leilão, confirmação de vencedor e gestão de agenda das partes envolvidas.

O *broker* deverá comunicar ao vendedor de realização de exames a confirmação da realização do exame e o agendamento, sendo que no caso de interpretação de estudos, depois de receber o estudo do comprador, o arquivar e anonimizar, deverá envia-lo para o vendedor de interpretação de exames, que criará o relatório. Este relatório poderá ter (ou não) imagens anexas, caso seja necessário efectuar algum tipo de manipulação das imagens.

Quer o vendedor de realização de exames, quer o vendedor de interpretação de exames, depois de enviar o seu trabalho para o *broker*, e este o ter reenviado para o comprador, deverão ser informados se o trabalho foi aceite pelo comprador e se a conta corrente foi actualizada. Caso o trabalho efectuado não tenha sido aceite pelo comprador, deverá ser dada oportunidade de os vendedores efectuarem um pedido *ad hoc* de avaliação do trabalho efectuado junto da entidade avaliadora.

Em qualquer dos casos, deverá existir sempre uma situação periódica em que os vendedores de interpretação de exames serão sujeitos a uma avaliação do seu trabalho por

parte de um painel de avaliadores. Em função dos resultados do parecer emitido por este painel, será alterada a classificação de cada um destes vendedores.

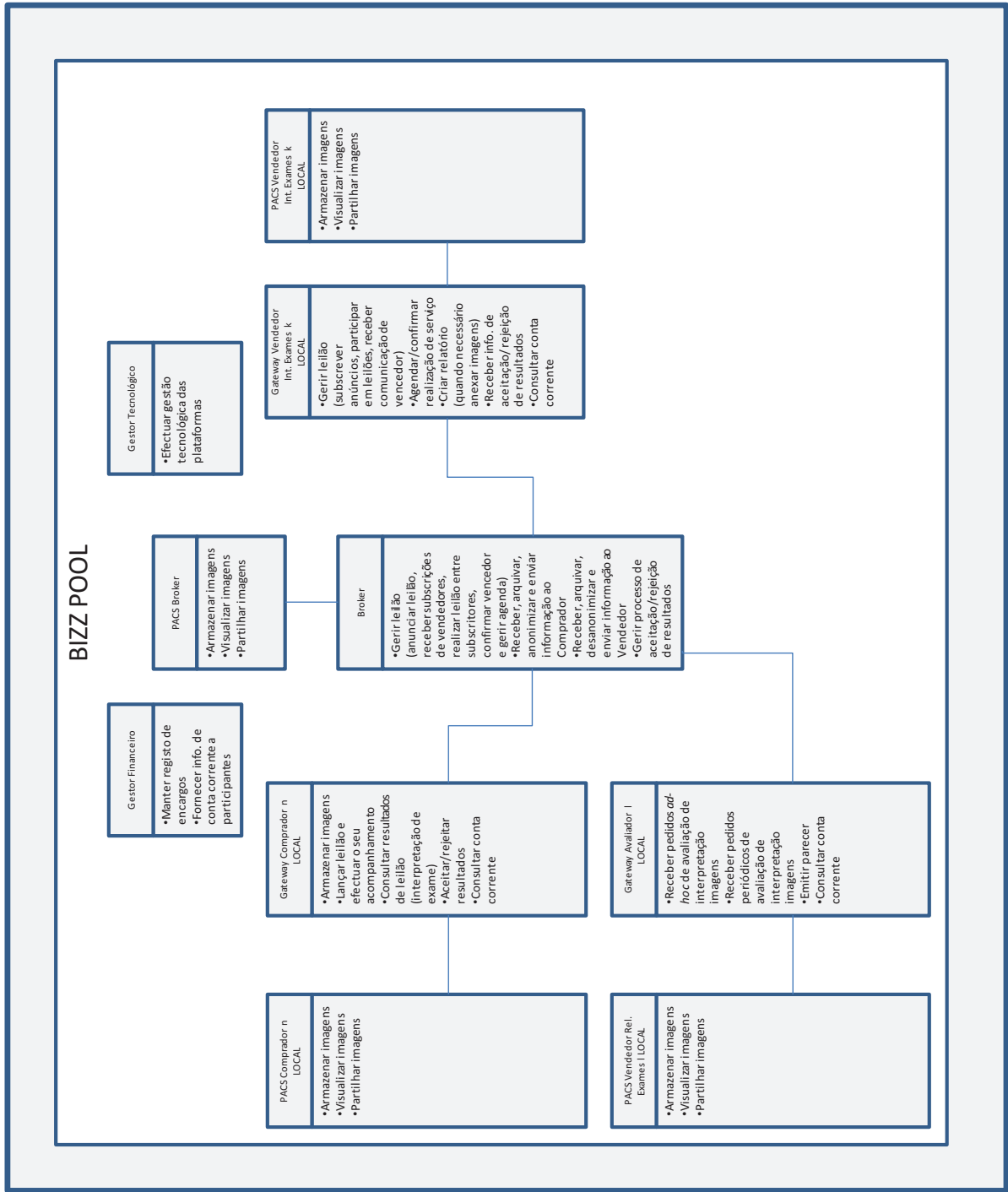


Figura 5.4: Arquitectura funcional genérica a ser satisfeita pelo sistema de *brokerage*.

### 5.1.2 Análise comparativa do sistema BizzPool

Fazendo uma análise comparativa do sistema BizzPool em relação às características dos sistemas existentes, já identificados em 2.4.1 de acordo com a Tabela 4.1, para a perspectiva trans-fronteiriça e de acordo com os critérios enunciados teremos o seguinte cenário.

O sistema tem a capacidade de integrar os sistemas de qualquer uma das entidades mediante a inclusão de um *gateway* que permite que o servidor de imagens se articule e comunique com o *broker*. Este *gateway* permitirá a inclusão de qualquer tipo de utilizador independentemente da sua localização, mediante a utilização de um protocolo adequado que ultrapasse as vicissitudes colocadas pelas *firewalls* das instituições participantes, proporcionando a versatilidade técnica necessária ao funcionamento do sistema.

As actividades efectuadas, em termos de leilão e em termos de aceitação do trabalho efectuado, auditorias e recursos, serão arquivadas de acordo com as regras de negócio contratualizadas *ab initio* pelos participantes no mercado, podendo ser alteradas se as condições assim se justificarem, pelo que se proporcionará a capacidade de versatilidade financeira.

Todas as actividades efectuadas nos sistemas serão rastreáveis, sendo possível efectuar a responsabilização das actividades efectuadas pelos participantes e efectuar uma avaliação, por um painel especializado, do desempenho dos vendedores, o que permite efectuar o *accountability* dos utilizadores, nomeadamente dos vendedores.

Em termos de segurança, ao implementar um mecanismo de aprovisionamento de utilizadores baseado nos registos oficiais existentes em bases de dados dinâmicas existentes em instituições de referência como o Ministério da Saúde e/ou a Ordem dos Médicos, será possível validar os participantes em tempo real. Simultaneamente a implementação de um mecanismo baseado no protocolo *https* proporcionará, para além da acreditação dos utilizadores, o reconhecimento do site.

Em termos de base de dados será possível manter um registo das conexões efectuadas, que proporciona um mecanismo de *Audit Trail* que poderá ser ajustado de acordo com as políticas de segurança de cada um dos participantes, permitindo um rápido despiste de comportamentos anómalos e/ou impróprios.

O desenho dos mecanismos de segurança deverá encontrar-se alinhado com o *Audit Trail and Node Authentication (ATNA) Integration Profile* desenvolvido pelo IHE que, ao estabelecer mecanismos de segurança, proporciona a confidencialidade da informação de paciente, a integridade dos dados consultados e a responsabilização dos utilizadores [169].

Em resumo, e avaliando o sistema face a uma eventual implementação numa perspectiva trans-fronteiriça, com base nos critérios identificados anteriormente temos a Tabela 5.1:

Tabela 5.1: Avaliação do desempenho da implementação do sistema BizzPool de acordo com os requisitos apresentados para uma implementação a nível trans-fronteiriço.

BizzPool	Integração com sistemas existentes	Ubiquidade	Versatilidade técnica	Versatilidade financeira	Accountability de utilizadores	Segurança
Trans-Fronteiriço	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Do ponto de vista conceptual, este sistema permitirá, tal como o sistema R-Bay, a implementação de um sistema de teleradiologia a nível trans-fronteiriço, para além de permitir resolver as questões apresentadas no “Capítulo 3 - Serviços de radiologia: a situação em Portugal para o caso português”.

## 5.2 Desenvolvimento de protótipo BizzPool

Para provar a implementabilidade do mercado de imagens descrito anteriormente, foi desenvolvido um protótipo baseado em Java 2 Enterprise Edition, Web Services, utilizando um servidor aplicacional Glassfish/NetBeansIDE para desenvolvimento e execução, com MySQL como motor da base de dados e acedendo os utilizadores ao *broker* mediante um *gateway* local (Java Desktop Application) desenvolvida em Java Swing.

A escolha de desenvolvimento em Java resultou do facto de esta permitir a portabilidade multiplataforma, independentemente do sistema operativo, sendo ainda *open-source*.

O *gateway* local dos compradores/vendedores contém uma base de dados em JDB embebida que permite o funcionamento do sistema autónomo da disponibilidade de comunicações, permitindo aos utilizadores desenvolver o seu trabalho autonomamente, sem necessitar de conectividade à Internet.

Conforme identificado na Figura 5.5, cada um dos participantes dispõe de um PACS, tendo sido utilizado neste protótipo como servidor PACS o dcm4chee [170].

Em termos de funcionalidades, escolheu-se fasear o esforço de implementação em duas partes distintas, sendo a primeira parte constituída pela análise geral de requisitos (já apresentada) e pela implementação nos utilizadores compradores e vendedores de interpretação das funcionalidades de criação e participação em leilão, bem como realização de interpretação exame. Em termos de segurança, é implementado apenas um mecanismo simples de autenticação de utilizadores e de auditoria de actividades efectuadas por cada um deles.

Para uma segunda fase, ficam funcionalidades como a capacidade de aprovisionamento automático de utilizadores, a avaliação de desempenho e a integração com sistemas financeiro/contabilísticos externos. Igualmente para uma segunda fase, ficou reservado o

aprofundamento dos mecanismos de segurança, como a implementação de https e a implementação de mecanismos de certificação digital do site.

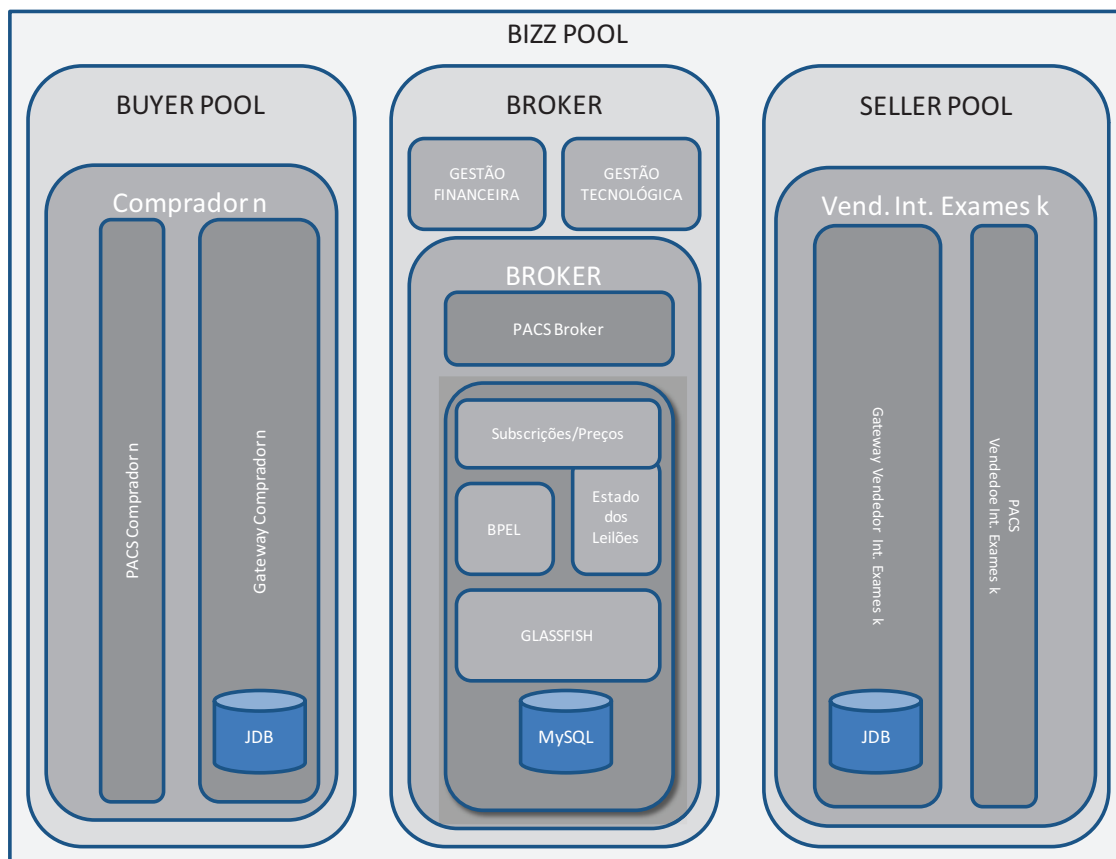


Figura 5.5: Mapa tecnológico do protótipo do sistema Bizz Pool.

### 5.2.1 Arquitectura modular do protótipo

Admitindo que todos os utilizadores já se encontram registados no *broker* e que têm instalado localmente um *gateway* que lhes permite ligar ao *broker* para comprar e vender a interpretação de exames, vamos efectuar o primeiro passo que será o envio do pedido de criação de leilão do comprador para o *broker*.

Após verificar, mediante login-password, que é um utilizador válido do sistema, o *broker* aceita o pedido do comprador *n* para realização do leilão de interpretação do exame contendo uma determinada imagem que se encontra arquivada no PACS desse comprador e que foi enviada para o *broker*, conjuntamente com o pedido, criado no *gateway*. Esse pedido contém especificações como as características do radiologista que irá interpretar, o preço máximo que estará disposto a pagar e o tempo máximo que estará disposto a esperar pela concretização do serviço.

A partir daqui o *broker* vai gerir o pedido efectuado pelo comprador e as interacções com os potenciais participantes no processo de leilão.

Para a implementar as funcionalidades, é necessário um conjunto de quatro módulos que passamos a elencar.

1. O módulo de *Login*, que permite a todos os utilizadores efectuar a sua identificação perante o sistema.
2. O módulo de *Gateway*, que permite ao comprador efectuar todas as acções de pedido de leilão e posterior aceitação de relatório efectuado pelo vendedor, permitindo ainda acompanhar os processos de leilão desencadeados junto do *broker*.
3. O módulo *CreateAuction*, onde o *broker* gere todo o processo de leilão e efectua as acções necessárias à sua criação junto dos vendedores e procede à sua conclusão.
4. O módulo *Cliente*, que permite ao vendedor aceder, participar e acompanhar o leilão de uma forma ordenada e, caso se sagra vencedor, efectuar o relatório de uma forma integrada.

Existe ainda a interacção que cada um destes módulos efectua com a estrutura de base de dados, encontrando-se uma visão global do sistema, articulado com o detalhe das funcionalidades de cada um dos participantes de cada uma das *pools* descrito na Figura 5.6.

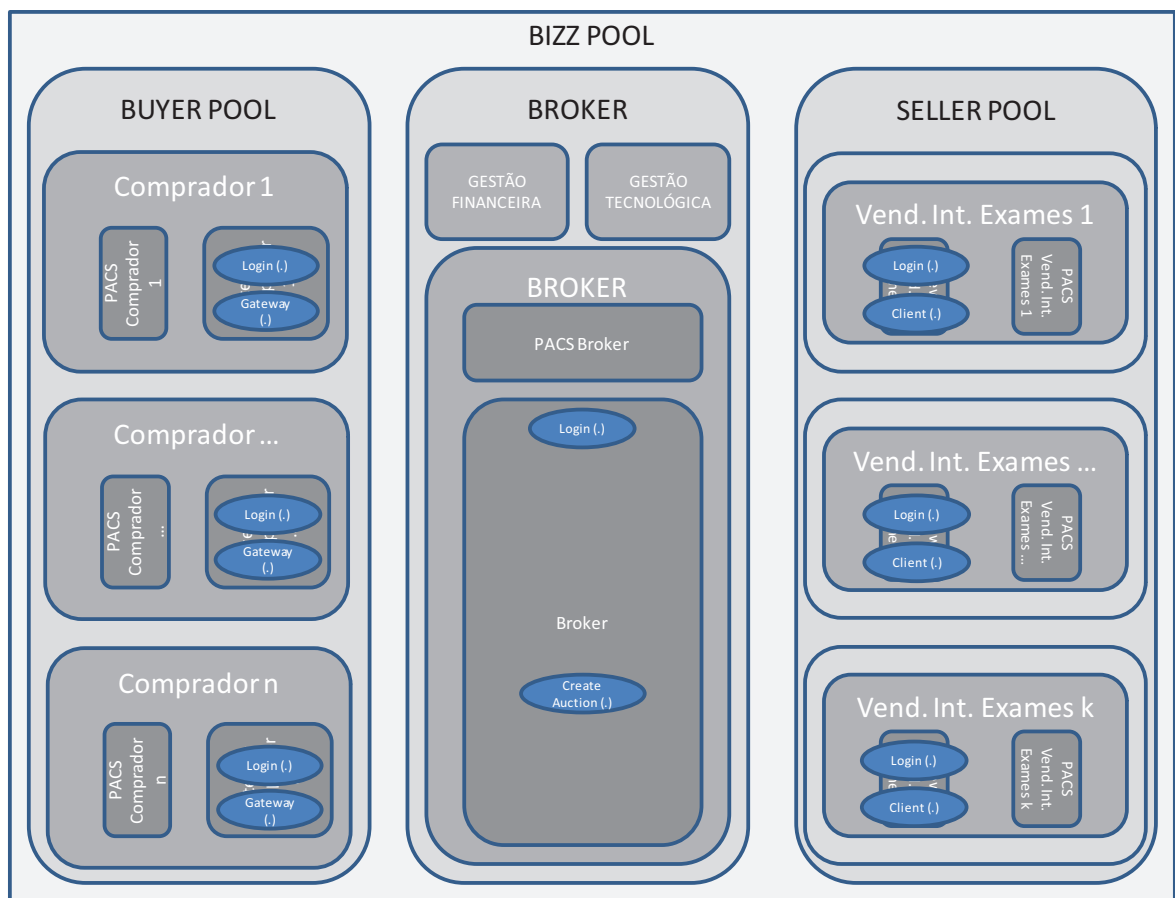


Figura 5.6: Arquitectura modular do protótipo a implementar.



O módulo de login no *broker* efectua a interacção com uma estrutura de dados que contém um registo de todos os utilizadores e que permite a sua validação quando se registam no sistema, permitindo determinar se se trata de um comprador ou de um vendedor (ou de um outro participante, como o avaliador, por exemplo) e, caso se trate de um vendedor, qual a sua classificação actual (e o histórico dessa mesma classificação).

É igualmente fundamental manter uma estrutura de dados que permita ao módulo *CreateAuction* manter um registo dos leilões solicitados pelos compradores, mantendo toda a informação associada em termos de utilizadores que subscreveram, licitaram, venceram, a imagem/estudo que se encontra associado, bem como a data de entrega ao comprador.

Finalmente, existe associado ao registo de leilões um registo de tarefas *ToDo* que permite manter uma listagem actualizada das tarefas de cada vendedor e se essas tarefas foram concluídas com sucesso ou não.

### 5.2.2 Base de dados de suporte

Para tal foi desenvolvida a seguinte estrutura de dados que se encontra acoplada ao módulo *CreateAuction* e que se encontra representada na Figura 5.7.

Esta estrutura de dados, pode ser dividida em três grandes áreas.

A primeira, mantém informação dos utilizadores, permitindo determinar qual a sua natureza (comprador, vendedor, avaliador) e, no caso de ser vendedor qual o seu ranking e respectivo histórico.

A segunda, mantém informação dos leilões efectuados, associando os compradores e os vendedores, para além de manter informação relativamente aos convites e às licitações efectuadas. Mantém igualmente informação relativa ao estudo associado ao leilão.

A terceira, mantém informação das tarefas realizadas e por realizar por parte do utilizador, e mantém o registo do relatório uma vez efectuado, bem como a indicação da sua aceitação por parte do comprador. Será neste registo que se irá basear o avaliador para efectuar o processo de avaliação do utilizador.

Para além de manter uma estrutura de dados centralizada no *broker*, existe a possibilidade de cada um dos utilizadores poder funcionar autonomamente em modo *off-line*.

Para tal foi criada uma base de dados em Java BD Embedded, contendo uma réplica simplificada da estrutura de dados apresentada anteriormente, representada na Figura 5.8, e que permite a cada um dos utilizadores funcionar autonomamente sem comunicação ao *broker* e desenvolver e consultar o seu trabalho, mediante uma réplica desestruturada apenas para o utilizador em questão da tabela *ToDo* e *Auction* do *broker*.

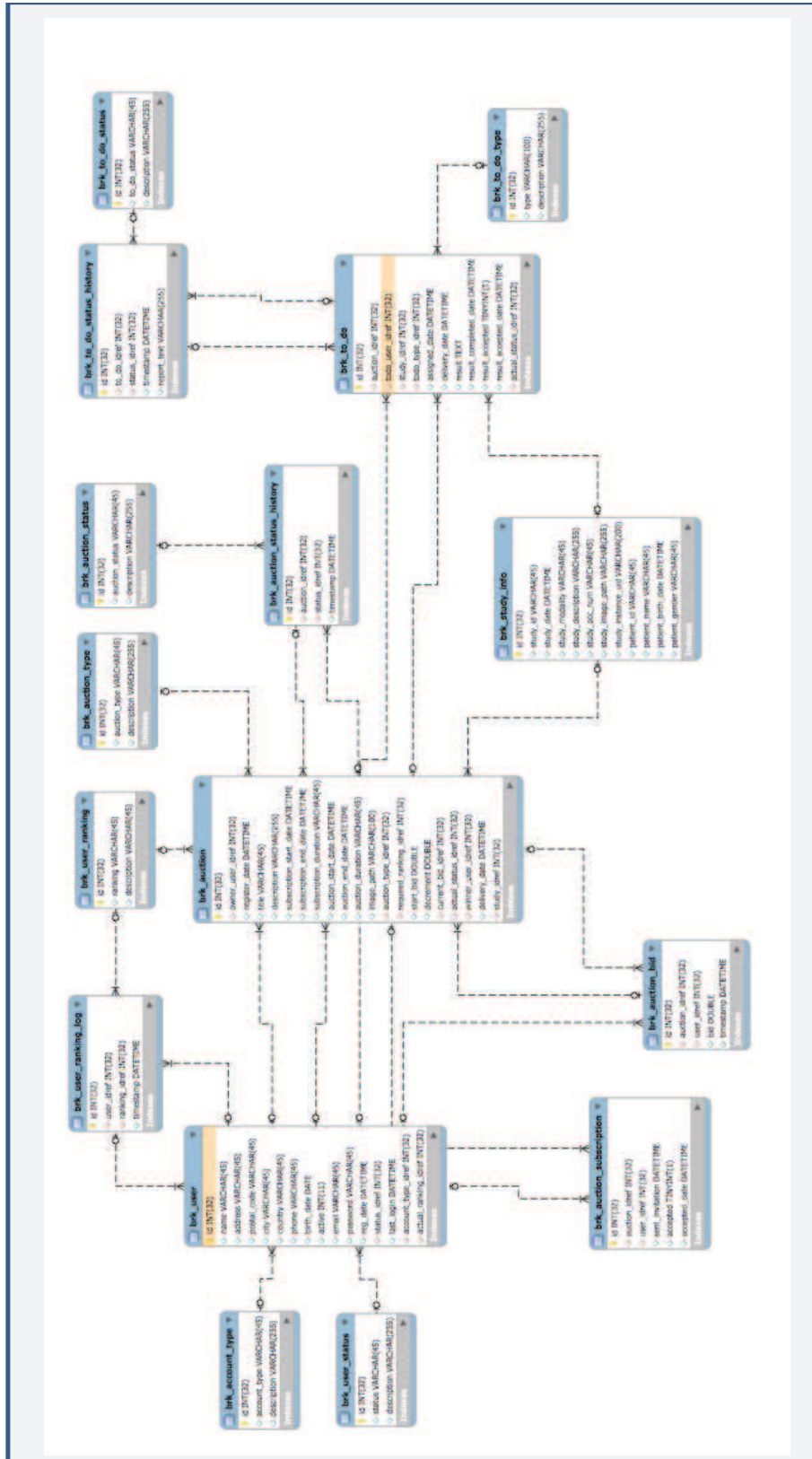


Figura 5.7: Estrutura de dados acoplada ao módulo CreateAuction.

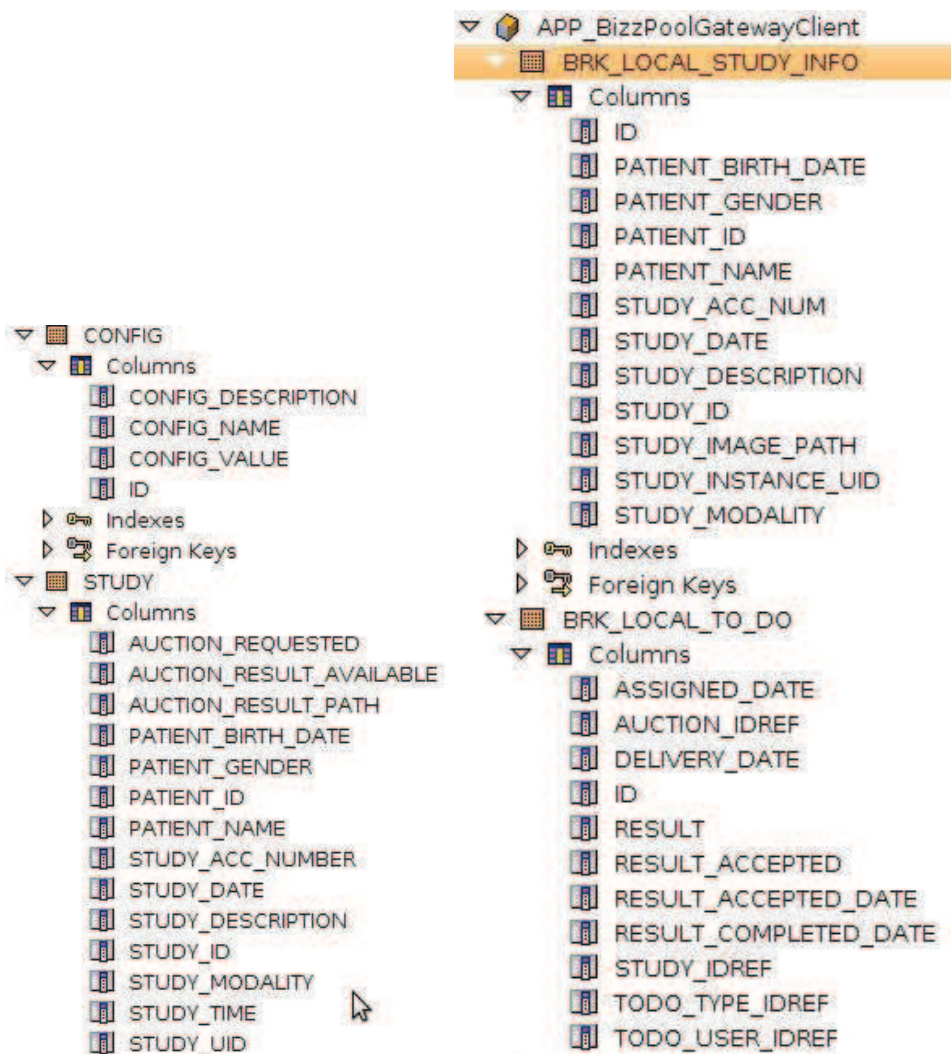


Figura 5.8: Réplica simplificada da estrutura de dados que permite ao vendedor de interpretação funcionar em modo *offline*.

### 5.2.3 Módulos BPEL

Nesta secção são descritos detalhadamente os 4 módulos BPEL (*Business Process Execution Language*) criados para satisfazer os requisitos anteriormente descritos.

### 5.2.3.1 LoginModule

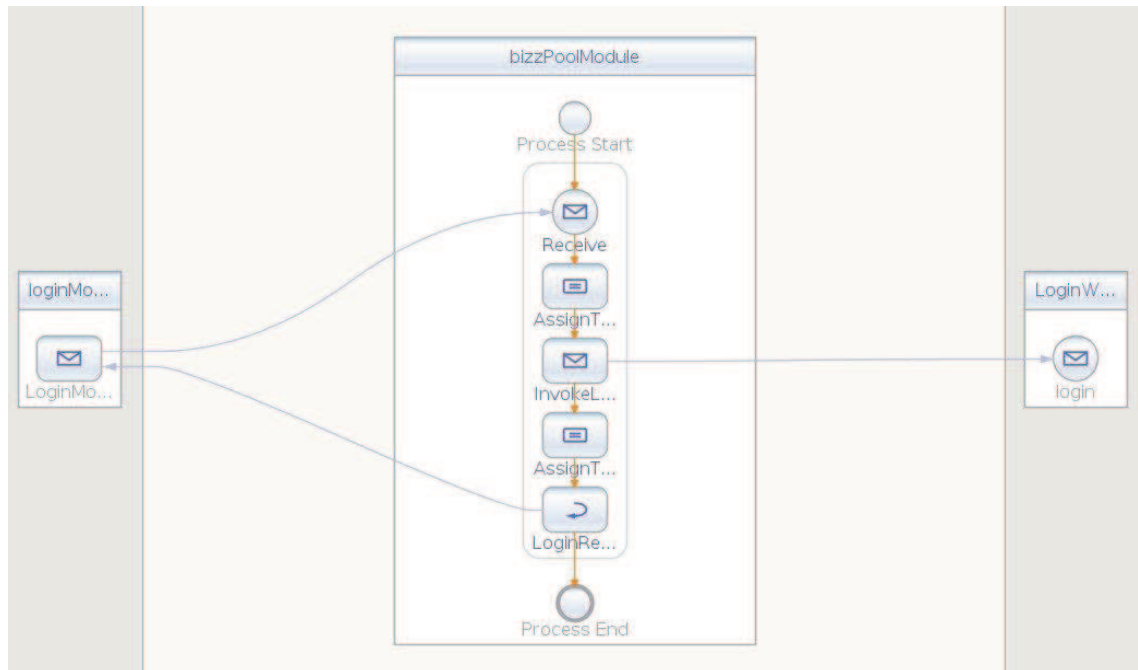


Figura 5.9: LoginModule.BPEL.

Este módulo é comum a qualquer um dos participantes e, após receber a informação de login-password, valida contra a base de dados existente, admitindo o utilizador no sistema, permitindo o acesso permanente do utilizador aos Web Services e à actualização automática das listas em que se encontra envolvido.

A validação de utilizador que neste momento é realizada contra a informação constante da base de dados, pretende-se que venha numa segunda fase a ser validada contra uma base de dados dinâmica fornecida por uma instituição de referência como o Ministério da Saúde e/ou a Ordem dos Médicos por forma poder validar os participantes em tempo real.

### 5.2.3.2 GatewayModule

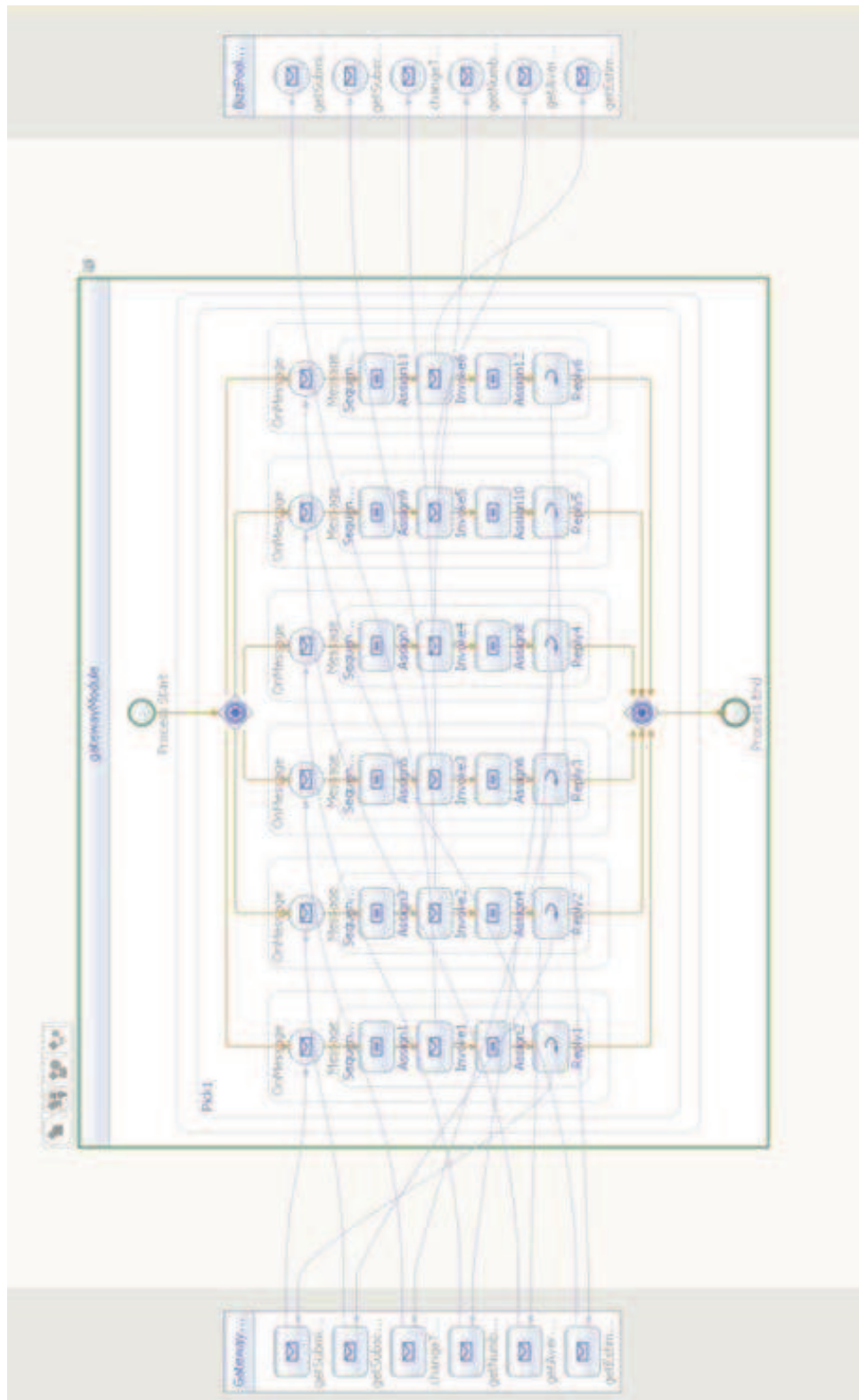


Figure 5.10: GatewayModule.BPEL.

Este módulo está acoplado ao utilizador com o papel de comprador e permite a este utilizador o acesso a um conjunto de seis processos distintos.

O primeiro processo consiste em obter a listagem de todos os leilões criados pelo utilizador, mantendo assim o registo histórico dos trabalhos efectuados.

O segundo processo consiste em obter os relatórios criados na sequência destes leilões e, caso ainda não tenha ocorrido, efectuar uma avaliação do trabalho efectuado pelo vendedor.

Após efectuar a avaliação do trabalho desenvolvido pelo vendedor, tem lugar a aceitação, que será o terceiro processo, que permite aceitar/rejeitar o relatório criado pelo vendedor.

O quarto processo está ligado com a criação de pedido de leilão, e fornece um valor indicativo de quantos subscritores estarão disponíveis, no máximo, e com base em valores históricos, para efectuar o trabalho solicitado, tendo em conta a modalidade e o *rating* pretendido do vendedor.

Igualmente com base em valores históricos, o quinto processo estima o preço médio de todos os leilões realizado com as características indicadas, tendo em conta o *rating* do vendedor e a modalidade em causa.

O sexto processo estima o tempo médio necessário para interpretar o tipo de relatório com base na modalidade e no *rating* do vendedor pretendido.

Os valores obtidos por estes processos são definidos *a priori* com algoritmos de cálculo, no entanto, caso se pretenda efectuar alterações pontuais, por exemplo, alterar a fórmula de cálculo do tempo médio de interpretação de relatório, bastará comunicar via http as alterações para a *gateway*. Para a adição de novos processos, será necessário efectuar o download de uma nova versão da *gateway*.

### 5.2.3.3 CreateAuctionModule

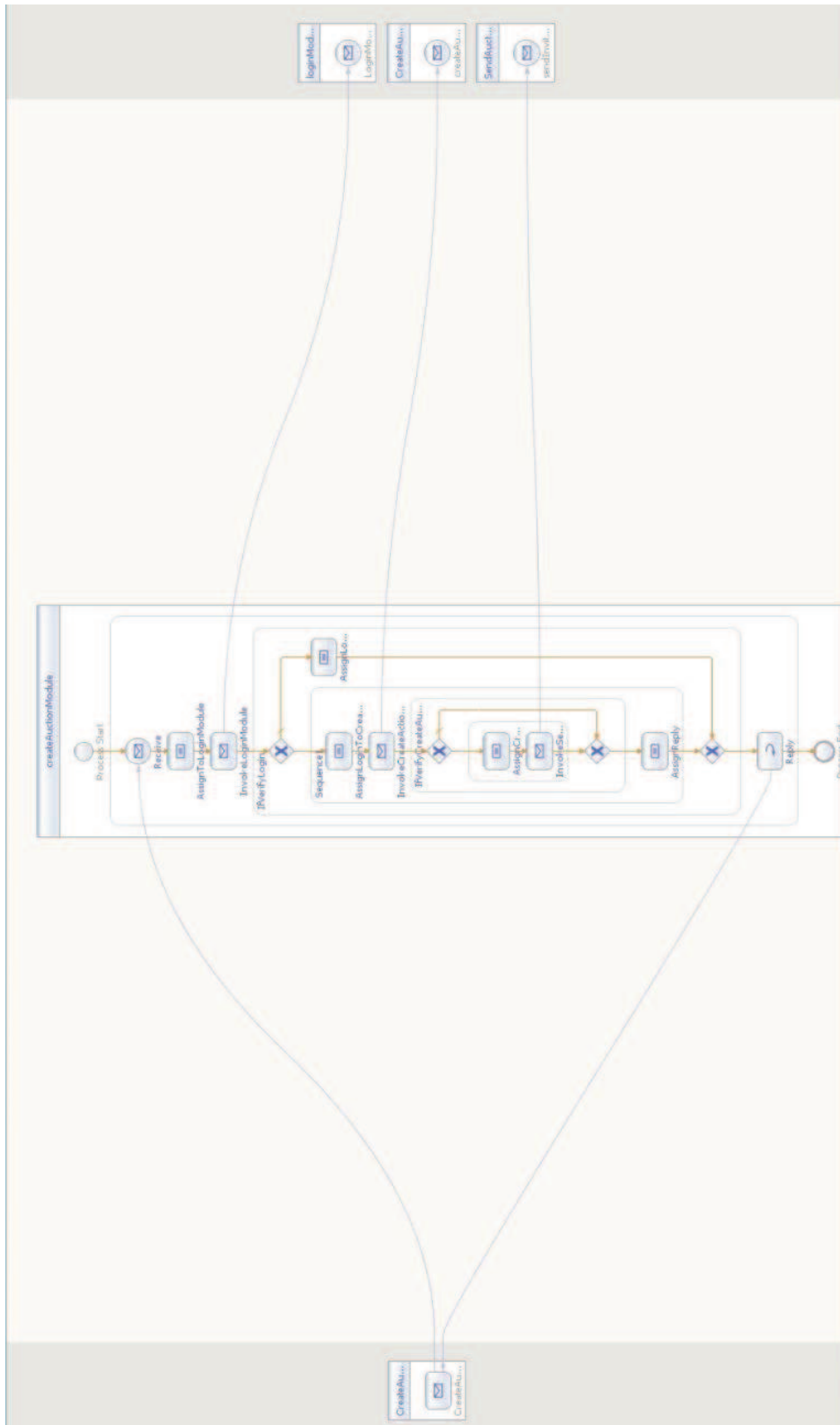


Figura 5.11: CreateAuctionModule.BPEL.



Este módulo estará acoplado ao *broker* e permite a este utilizador gerir o processo de leilão mediante um conjunto de processos distintos.

Após ser chamado o serviço “Create Auction” é verificado o login e é gerado o leilão.

Com base na informação recebida do comprador, é validada a informação e, depois de cruzar os requisitos pretendidos com a informação constante da base de dados de vendedores, são enviados convites de participação em leilão sendo aberto um período de subscrição por parte dos vendedores.

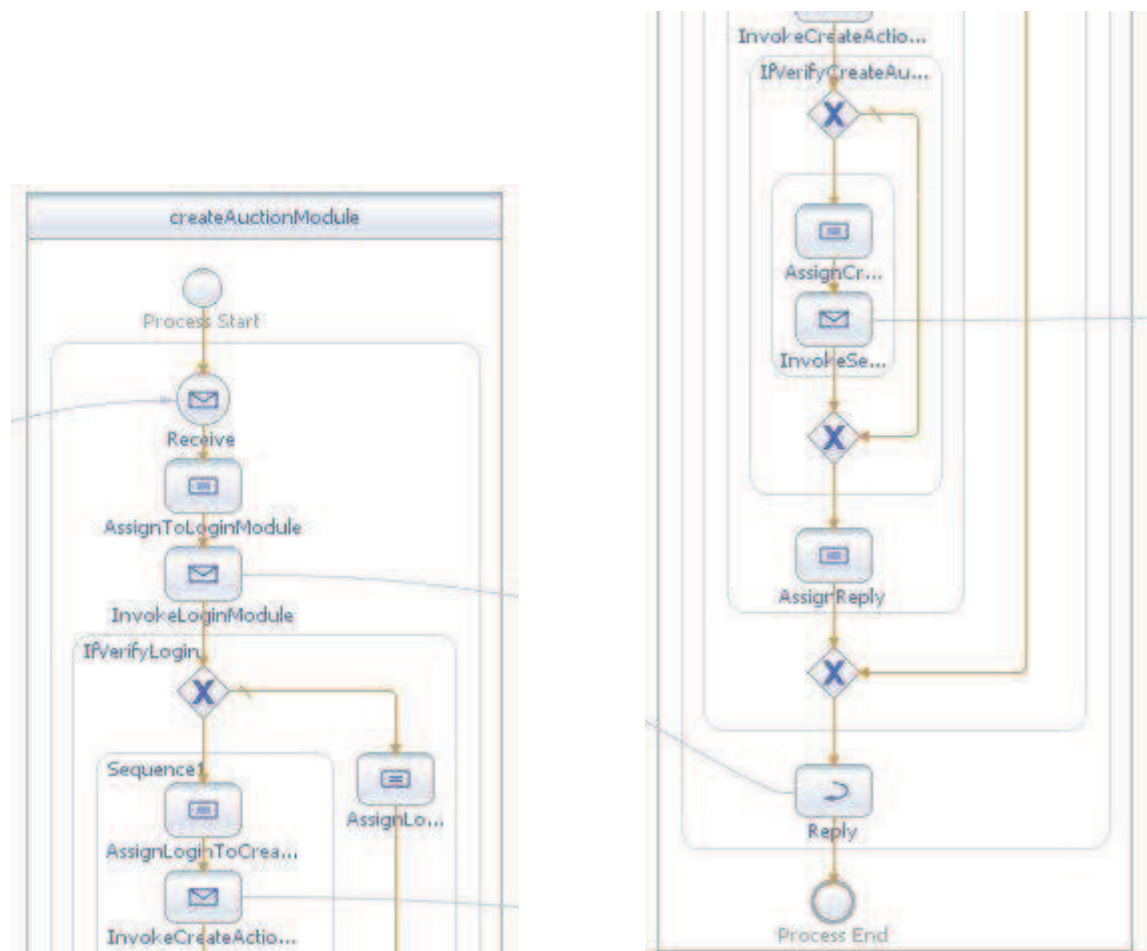


Figura 5.12: Detalhe de CreateAuctionModule.BPEL.

Após expirar período de subscrição por parte de vendedores, são verificados os resultados, sendo aberto o processo de leilão propriamente dito, com a participação dos diferentes vendedores.

Uma vez concluído o processo de leilão, é determinado o vencedor e é comunicado o resultado aos participantes.



### 5.2.3.4 ClientModule

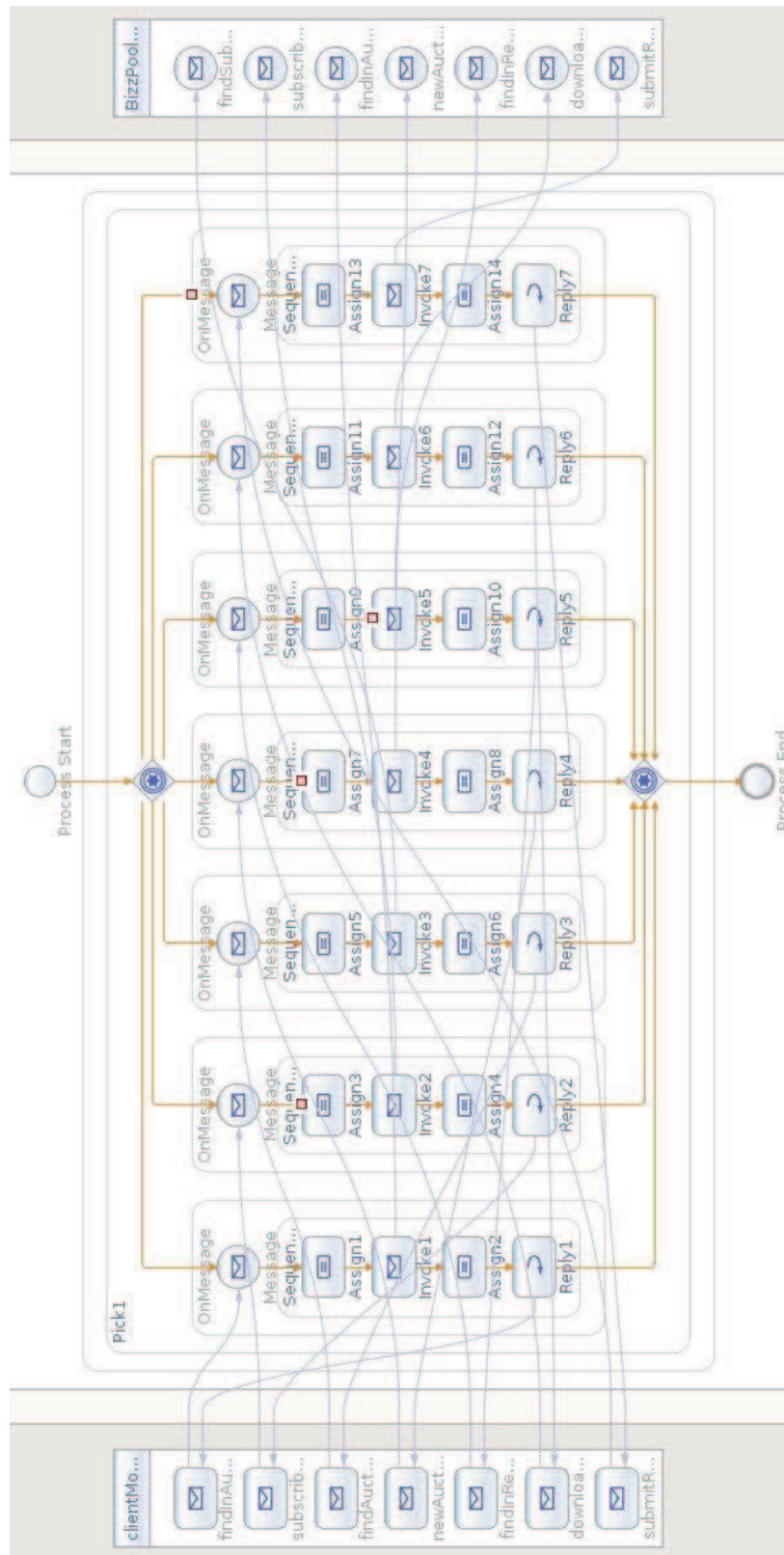


Figura 5.13: ClientModule.BPEL.

Este módulo é acoplado ao sistema do vendedor e efectuará até sete processos distintos.

O primeiro processo consiste em encontrar os leilões que foram subscritos e os que passaram para o estado de licitação activa. Não inclui os leilões concluídos.

O segundo processo, consiste no processo de subscrição de leilão, ao aceitar o convite para entrar no leilão, e que simultaneamente indica que aceita o preço máximo proposto pelo comprador.

O terceiro processo destina-se a encontrar todos os leilões que se encontram pendentes de subscrição e que podem passar a estar subscritos.

O quarto processo consiste em efectuar licitações sobre leilão em curso.

O quinto processo efectua a listagem das tarefas que o vendedor tem pendente de execução.

O sexto processo descarrega o estudo a ser analisado.

Finalmente o sétimo processo, permite submeter o relatório para o *broker*.

#### **5.2.4 Protótipo**

No anexo B pode ser encontrada uma descrição detalhada do funcionamento do protótipo, com exemplos de implementação dos processos anteriormente apresentados.

Nesta secção apresentaremos apenas uma descrição sumária do funcionamento do mesmo.

Para tal, estabelece-se que todos os utilizadores terão no seu domínio um PACS e uma *Java Desktop Application*, que funcionará como *Gateway*, com uma versão para compradores e outra para vendedores.

No caso dos compradores, ligar-se-ão ao servidor PACS conforme se mostra na Figura 5.14.

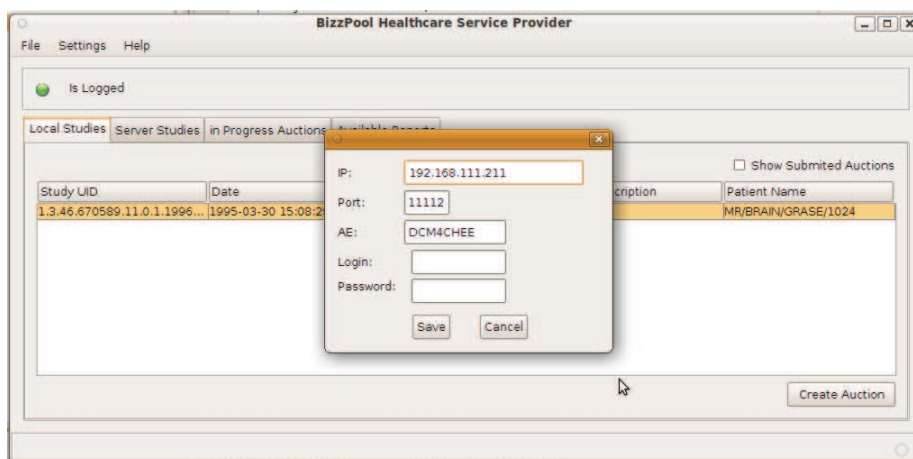


Figura 5.14: Ligação ao PACS do comprador  $n$ .

Uma vez ligado ao PACS, o comprador  $n$  poderá consultar os estudos que nele se encontram depositados, conforme se mostra na Figura 5.15.

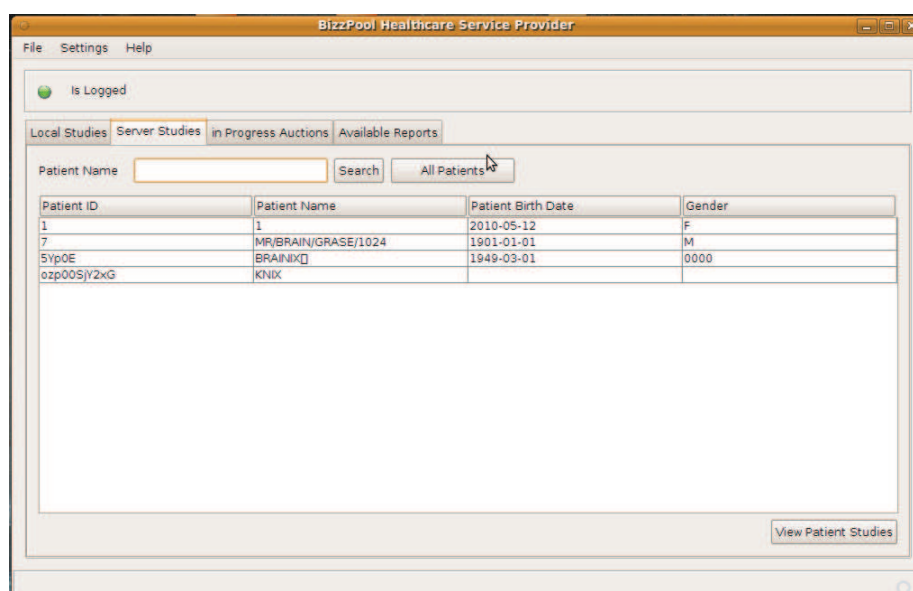


Figura 5.15: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador  $n$ .

Em termos de registo do utilizador, qualquer uma das versões da *applet* (comprador ou vendedor) permitirá ao utilizador autenticar-se junto do *broker* como legítimo utilizador, ficando o sistema a saber que determinado vendedor se encontra disponível para prestar um serviço e que um comprador se encontra registado para efectuar um determinado pedido.

Após se encontrar autenticado, o comprador irá efectuar o *retrieve* das imagens desejadas do PACS para uma área local, conforme foi anteriormente demonstrado e pode ser visualizado na Figura 5.16.

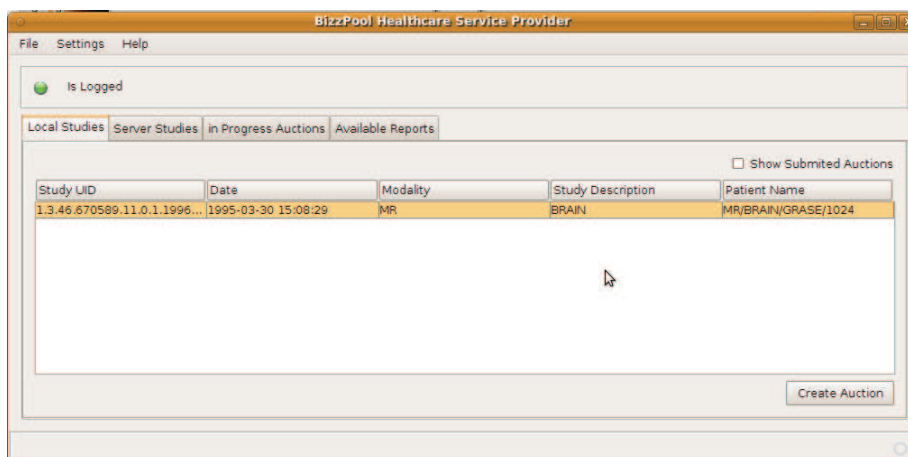


Figura 5.16: Estudo arquivado localmente e passível de ser leiloado pelo utilizador.

Será agora altura de acoplar às imagens o pedido pretendido, que incluirá o preço máximo que está disposto a pagar (*Start Price*), a qualificação mínima do radiologista e a data de entrega (ou seja o tempo máximo para entrega do relatório), sendo fixado 10% do tempo para “chamada de licitadores”, 20% do tempo para “licitação entre participantes” e 70% do tempo para realização de relatório.

O pedido englobará ainda por defeito alguma meta informação do estudo como a modalidade, o nome do paciente, a data de realização do exame e algum comentário que o comprador decida efectuar num campo livre.

Enquanto submete o pedido, e com base na informação existente (modalidade e *rating* de vendedor) o *broker* informa o comprador do número de potenciais subscritores disponíveis, do preço médio histórico de estudos realizados com aquela modalidade/*rating* de vendedor e o tempo médio de concretização de um histórico desses exames em minutos.

Após submissão do pedido de leilão na Figura 5.17, o *broker* valida a informação submetida e envia para o conjunto de vendedores que estejam dentro dos parâmetros de *rating* do comprador e que se encontrem disponíveis, de acordo com a informação de utilizadores disponíveis, mediante a utilização do *SendAuctionInvitationsWSService*.

Este Web Service envia uma multiplicidade de convites aos potenciais vendedores que possam participar no leilão, indicando um *link* para participação no mesmo.

**Create Auction**

Study UID: 1.3.46.670589.11.0.1.1996082307380006

Study Date: 1995-03-30 15:08:29 Modality: MR

Description: BRAIN

PatientName: MR/BRAIN/GRASE/1024

Rating: 2 Number of subscribers: 4

Start Price (€): 400 Average Price: 350.0

Time to Delivery: 2010-06-21 12:30:43 Estimated Time (hours): 22 minutos

Subscription: 0.00 h | Auction: 0.00 h | Report: 0.00 h

Specification: Texto descritivo

Submit Auction Cancel

Figura 5.17: Form de submissão de pedido de leilão por parte do comprador *n*.

Após um processo de licitação (detalhado no Anexo B), quando se conclui o processo de leilão, e caso o vendedor seja o vencedor, o exame passará para a lista de To Do, apresentada na Figura 5.18, em que será indicado a *deadline* de realização.

**BizzPool Healthcare Service Provider**

File Settings Help

To Do In Progress Auctions Open Subscriptions

☐ Show Delivered Reports

Study UID	Study Date	Study Instance UID	Study Date	Modality	Status
1.3.46.670589.11.0...	Thu Mar 30 15:08:29...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43...	to Delivery

Create Report

Synchronizing data. Wait a moment ...

Figura 5.18: Folder contendo a lista de trabalhos pendentes de realização por parte do utilizador e/ou os trabalhos já realizados e/ou pendentes de aceitação pelo comprador.

O vendedor, quando pretenda criar o relatório, será apresentada a janela da Figura 5.19 em que, para além de poder criar o relatório, poderá descarregar o estudo do *broker*, arquivando-o localmente, podendo visualiza-lo.

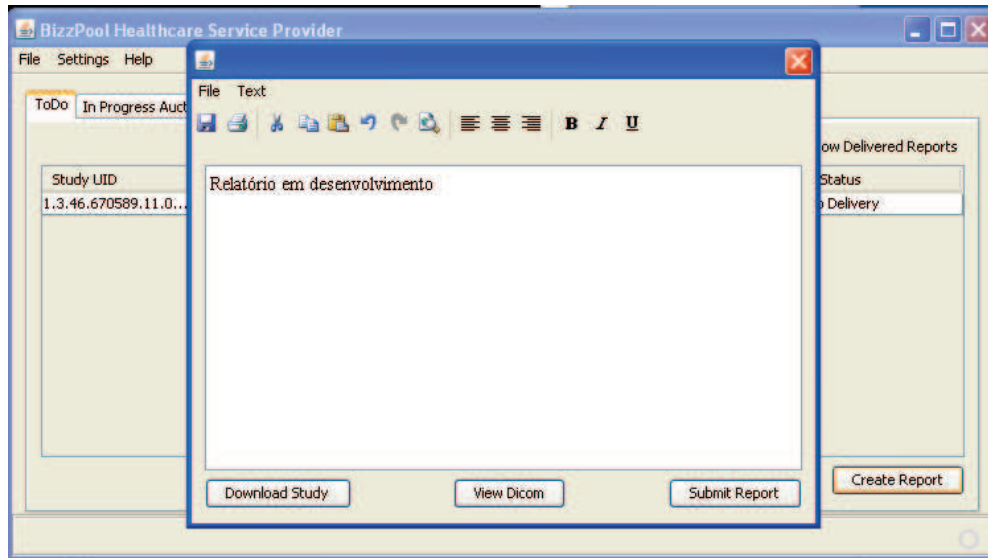


Figura 5.19: *Form* onde o vendedor vencedor do leilão irá escrever o seu relatório e, uma vez concluído, enviar para o comprador.

Será acoplado ao sistema um visualizador denominado Mango [171], baseado em Java, compatível com múltiplos sistemas operativos e que permite a navegação pelas imagens, bem como a sua análise, processamento e edição, assim como uma text box. Um *screen shot* do visualizador pode ser visto na Figura 5.20.

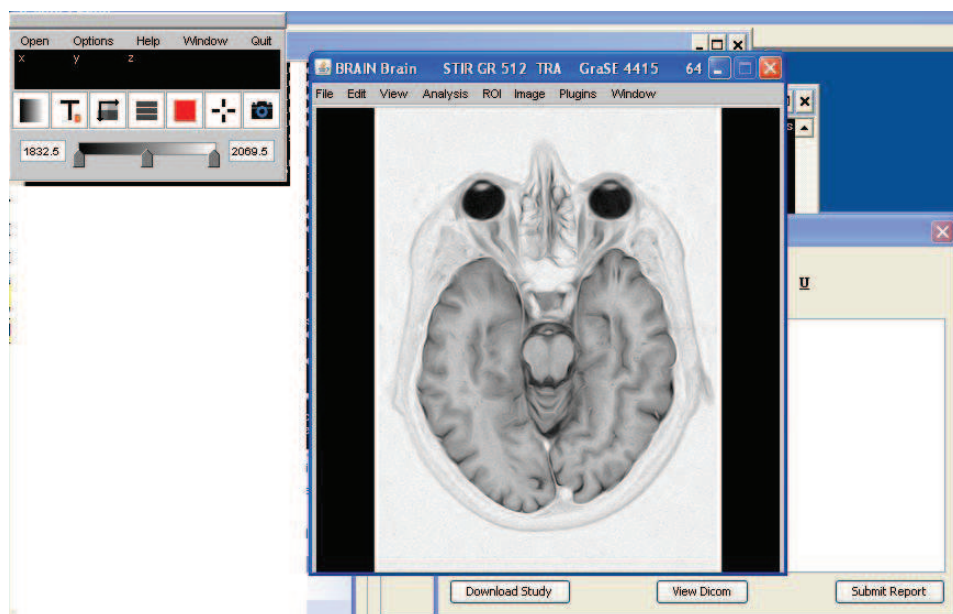


Figura 5.20: *Screenshot* de imagem vista pelo vendedor utilizando o visualizador Mango disponibilizado no *package*.

O vendedor poderá efectuar o relatório em modo *off line*, caso deseje, dado que o *gateway* dispõe de uma *Java Database embedded* que permite o armazenamento de informação base resultante de leilão e a realização das tarefas associadas em modo *off-line*.

Uma vez finalizado o relato do exame este será dado como pendente de aceitação na lista de To Do do vendedor, sendo enviado para o *broker* que irá então proceder ao seu reenvio para o comprador que irá visualizar o relatório e as imagens enviadas.

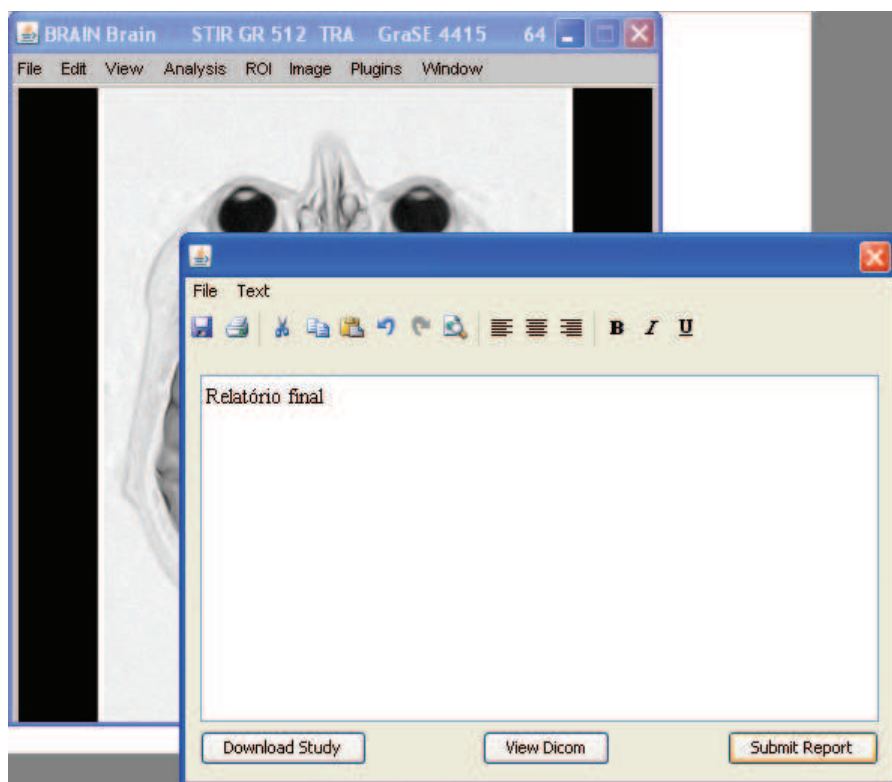


Figura 5.21: Relatório final antes de ser enviado pelo vendedor vencedor do leilão

Do lado do comprador, após este ter lançado o pedido de leilão, este poderá acompanhar o processo de subscrição, conforme a Figura 5.22:



The screenshot shows the 'BizPool Healthcare Service Provider' application window. It has a menu bar with 'File', 'Settings', and 'Help'. Below the menu bar is a status bar indicating 'Is Logged'. There are four tabs: 'Local Studies', 'Server Studies', 'In Progress Auctions', and 'Available Reports'. The 'In Progress Auctions' tab is selected. A 'Show All' checkbox is located to the right of the table. The table has the following columns: 'Study Instance UID', 'Date', 'Modality', 'Study Description', 'Current Bid', 'Delivery Date', and 'Status'. The table contains 20 rows of data, with the last row highlighted in orange.

Study Instance UID	Date	Modality	Study Description	Current Bid	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Wed Aug 19 16:06:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	600.0	Wed Sep 02 17:58:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	400.0	Wed Sep 02 18:04:...	IN AUCTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 10:00:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 15:59:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 16:50:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 18:04:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:41:3...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:34:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:16:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:33:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		500.0	Fri Sep 04 16:15:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		800.0	Fri Sep 04 16:40:0...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		700.0	Fri Sep 04 16:50:0...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Fri Sep 04 16:51:1...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Mon Sep 07 11:46:...	IN SUBSCRIPTION
1.3.46.670589.11...	Thu Mar 30 16:08:...	MR	BRAIN	400.0	Mon Jun 21 12:30:4...	IN SUBSCRIPTION

Figura 5.22: Verificação do estado do processo, quando em subscrição, por parte do comprador.

Quando o relatório estiver concluído, surgirá uma lista de trabalhos disponíveis e concluídos pelo vendedor com a indicação de que aguardam aprovação/rejeição (ou ainda uma segunda opinião), como se pode ver na Figura 5.23.

The screenshot shows the 'BizPool Healthcare Service Provider' application window. It has a menu bar with 'File', 'Settings', and 'Help'. Below the menu bar is a status bar indicating 'Is Logged'. There are four tabs: 'Local Studies', 'Server Studies', 'In Progress Auctions', and 'Available Reports'. The 'In Progress Auctions' tab is selected. A 'View Report' button is located at the bottom right of the table. The table has the following columns: 'Date UID', 'Date', 'Modality', 'Study Description', 'Delivery Date', and 'Status'. The table contains 28 rows of data, with the last row highlighted in orange.

Date UID	Date	Modality	Study Description	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:02:42 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:59:44 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:33:19 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:39:19 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 17:07:40 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Fri Aug 21 13:35:08 W...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Thu Sep 03 10:09:43 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 16:06:23 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 17:26:54 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 10:14:39 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 11:50:28 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 18:05:24 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 12:52:50 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 15:44:35 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 16:06:54 ...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu Oct 01 11:25:01 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 09 16:29:51 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 16 18:55:12 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:38:14 W...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:57:12 W...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 11:55:06 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 12:10:30 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu May 20 15:15:49 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri May 21 12:45:19 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Jun 04 10:25:25 WE...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43 W...	WAITING FOR APPROVAL

Figura 5.23: Verificação do estado do processo quando aguarda aprovação pelo comprador.

Ao clicar em “View Report” o comprador poderá analisar o relatório e aceitar, ou não, o mesmo.



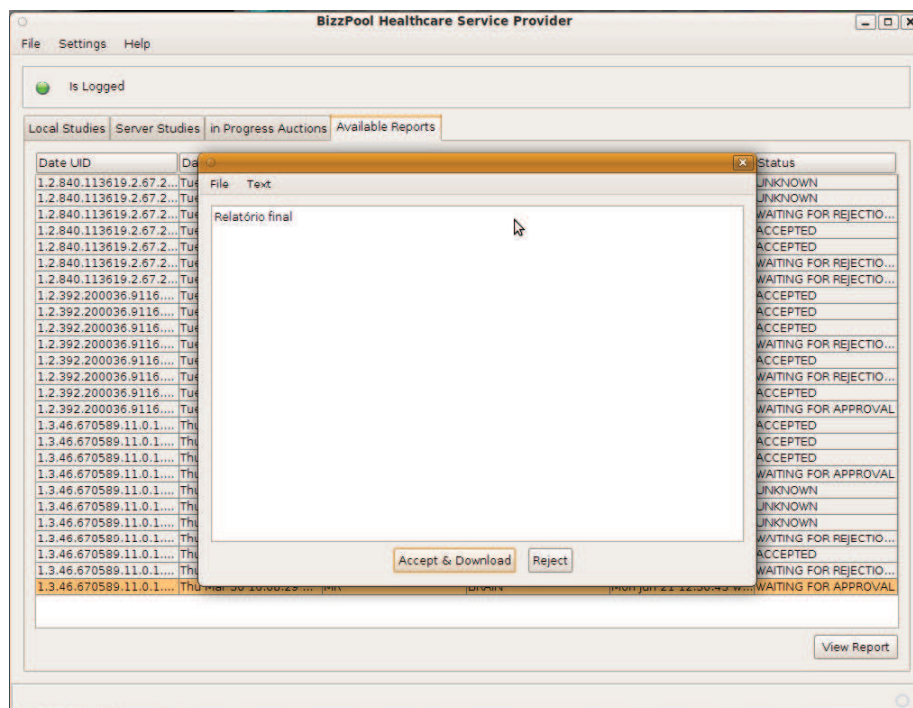


Figura 5.24: Verificação do relatório final por parte do comprador, com possibilidade de aceitação ou rejeição.

Caso o aceite, poderá descarregar o relatório sob a forma de um pdf e posteriormente integrar no seu Sistema de Informação Radiológico, passando a transacção a aceite e sendo dada como concluída.

Uma amostra simples do relatório é apresentado na Figura 5.25, contendo informação estrutural do paciente (que permitirá a sua referência em termos de Sistema de Informação Radiológico), bem como o conteúdo do relatório criado pelo vendedor.

**Patient Name:** MR/BRAIN/GRASE/1024  
**Patient Gender:** M  
**Patient Birth Date:** 1900-12-31T23:59:28Z

**Patient Study UID:** 1.3.46.670589.11.0.1.1996082307380006  
**Patient Study Modality:** MR

**Report:**  
 Relatório final

Figura 5.25: Estrutura de relatório pdf conforme é descarregado pelo comprador.

Após a aceitação, o comprador poderá verificar o estado do leilão como estando Aceite e concluído, conforme se pode verificar na Figura 5.26.

Date UID	Date	Modality	Study Description	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:02:42 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:59:44 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:33:15 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:39:19 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 17:07:40 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Fri Aug 21 13:35:08 W...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Thu Sep 03 10:09:43 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 16:06:23 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 17:26:54 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 10:14:33 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 11:50:28 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 18:05:24 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 12:52:50 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 15:44:35 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 16:06:54 ...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu Oct 01 11:25:01 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 09 16:29:51 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 16 18:55:12 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:38:14 W...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:57:12 W...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 11:55:06 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 12:10:30 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu May 20 15:15:49 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri May 21 12:45:19 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Jun 04 10:25:25 WE...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43 W...	ACCEPTED

Figura 5.26: Verificação do estado do processo, após aceitação, por parte do comprador.

## 5.3 Resultados alcançados e opções efectuadas face aos desafios técnicos colocados

A partir do protótipo apresentado, é efectuado um balanço dos resultados alcançados do ponto de vista técnico face aos objectivos propostos inicialmente, analisando as vantagens e desvantagens da implementação de um sistema desta natureza no actual sistema de saúde, concluindo a secção com um conjunto de reflexões tendo em vista integrações futuras passíveis de serem efectuadas com outros parceiros clínicos e de negócio.

### 5.3.1 Resultados alcançados face aos objectivos propostos

Em termos de inovação, este trabalho em vez de efectuar uma simples integração estática da informação existente nos repositórios de informação, opta por uma solução dinâmica baseada na utilização de serviços, podendo os utilizadores escolher as funcionalidades pretendidas à medida que vão sendo necessárias para os seus objectivos.

Nesta arquitectura, o *broker* passa a funcionar como ponto de confluência dos participantes, sem que nenhum deles assuma um papel de relevo nem condicione o funcionamento dos restantes, mantendo cada um dos participantes a sua autonomia.

Assim, cada um dos participantes pode manter o grau de autonomia que entenda por mais adequado, sendo que o sistema tem a capacidade de integrar os sistemas de qualquer uma

das entidades mediante a inclusão de um *gateway* que permite que o servidor de imagens se articule e comunique com o *broker*.

Este *gateway* permitirá a inclusão de qualquer tipo de utilizador independentemente da sua localização, mediante a utilização de um protocolo adequado que ultrapasse as vicissitudes colocadas pelas *firewall* das instituições participantes, proporcionando a versatilidade técnica necessária ao funcionamento do sistema.

Revisitando a situação apresentada no capítulo 3 e respectivos requisitos apresentados no capítulo 4, verificamos que em termos de protótipo se demonstra a capacidade de integração com os sistemas existentes, nomeadamente servidores de imagem, quer de comprador, quer de vendedor, sendo cada um dos intervenientes capazes de extrair e integrar a informação gerada de forma transparente nos sistemas das instituições onde desenvolvem o seu trabalho, respeitando os requisitos de segurança da instituição.

No entanto, dever-se-á notar que o protótipo apenas foi desenvolvido recorrendo a um tipo de servidor Dicom, dcm4chee, pelo que necessitará de ser testado em condições de produção para melhor aquilatar a sua implementabilidade.

Em termos de **ubiquidade**, o protótipo foi testado em múltiplas condições e locais de acesso, nacionais e internacionais (estes de forma mitigada), sempre com resultados satisfatórios, sem que se manifestasse qualquer impedimento em termos de integração e/ou acesso aos sistemas existentes. A única limitação fica condicionada pelo facto da inexistência de largura de banda disponível para transmissão dos exames a interpretar. Este assunto será tratado no capítulo seguinte.

Em termos de **versatilidade do sistema do ponto de vista técnico** ficou demonstrada a capacidade de o sistema se ajustar de forma transparente consoante o perfil dos utilizadores, sendo capaz, mediante a identificação do perfil do utilizador, de atribuir os recursos, permissões e funcionalidade adequadas. Igualmente, mediante a utilização de *web services*, ficaram demonstradas as potencialidades proporcionadas por este mecanismo, permitindo a actualização de funcionalidade em tempo real e/ou mediante a emissão de actualizações facilmente passíveis de serem descarregadas pelos utilizadores finais.

A demonstração de **versatilidade do sistema do ponto de vista financeiro** ficou pendente da implementação do respectivo módulo de gestão financeira. No entanto, a estrutura de dados subjacente ao protótipo está dimensionada de forma a permitir a fácil contabilização dos montantes negociados entre os participantes e, a partir daí, gerir o acordo contratualizado inicialmente entre as partes. Como é óbvio, estas funcionalidades só serão implementáveis uma vez desenvolvidos os módulos e respectivos *web services*. A informação reside na base de dados e pode ser articulada a qualquer momento no sistema.

O mesmo se passa em termos de **accountability de utilizadores**, em que, sendo possível de rastrear todas as actividades efectuadas por cada um dos utilizadores no sistema, não está ainda implementado o módulo que permite identificar e responsabilizar cada um deles facilmente quando tal se manifeste como necessário ou adequado.

No entanto, está implementado com sucesso no protótipo o mecanismo de classificação de vendedores (que condiciona de forma indelével o processo de leilão) e o mecanismo de recurso do comprador, sempre que este se manifeste insatisfeito com o serviço prestado.

Em termos de **segurança**, o mecanismo implementado baseia-se unicamente num esquema de login-password e identificação e registo dos endereços IP, sendo passível de ser extensível para um mecanismo de *Audit Trail and Node Authentication* (ATNA) do IHE que, ao estabelecer mecanismos de segurança, proporciona a confidencialidade da informação de paciente, a integridade dos dados consultados e a responsabilização dos utilizadores.

O mecanismo de dados e *web services* encontra-se preparado para extensão a sistemas de reconhecimento de utilizadores com integração de base de dados externa de entidades e instituições de referência como a Ordem dos Médicos e/ou o Ministério da Saúde.

### **5.3.2 Insuficiências e desafios de integração futura**

A maior insuficiência reside na falta de utilização alargada do sistema por parte dos utilizadores finais, sejam eles médicos referenciadores, radiologistas e/ou administradores hospitalares, sendo necessário desenvolver um mecanismo de validação junto destes utilizadores de forma a optimizar fluxos de trabalho e ferramentas de visualização e interpretação utilizadas. Igualmente, será necessário discutir com os utilizadores finais se o actual mecanismo de leilão, “peça a peça” é exequível ou se será necessário repensar o mecanismo de forma a implementar o mecanismo de leilão “em massa” de forma a torna-lo mais eficaz em termos de carga de trabalho para o utilizador final.

Outra insuficiência reside nos testes de escalabilidade, tendo sido efectuados apenas testes com imagens relativamente pouco complexas e sem que o vendedor processasse qualquer tipo de manipulação de imagem. Este facto não permitiu testar de forma adequada o funcionamento do *broker* e do sistema quando sujeitos a uma grande carga, seja em termos de arquivo de imagens seja em termos de transmissão de imagens para o vendedor.

A disponibilização de um visualizador que seja compatível com todos os ambientes de trabalho limitou igualmente a escolha, tendo sido seleccionado um visualizador baseado em Java com um número de funcionalidades vasto, mas não muito completo. No entanto, não existe limitação por parte do utilizador final quanto à utilização de visualizador, podendo em desenvolvimentos futuros ser disponibilizado um conjunto de visualizadores

com um maior número de funcionalidades e específico do ambiente de trabalho dos utilizadores [142, 172].

Em termos de alcance geográfico, a implementação apenas foi efectuada a nível de utilizadores de um mesmo país, se bem que dispersos e a utilizar o sistema em países diferentes.

No entanto, o maior desafio a nível trans-fronteiriço, para além da autenticação e reconhecimento de utilizadores, que poderá ser ultrapassada mediante a criação de um repositório único de utilizadores reconhecidos a nível europeu, por exemplo, passa pela questão linguística de criação de relatórios e entendimento entre referenciadores/compradores e intérpretes/vendedores que ficou fora dos requisitos deste sistema.

## **5.4 Conclusões**

Após verificar que a implementação da solução baseada nas linhas de orientação do BizzPool cumpre com os requisitos indicados, neste capítulo apresentou-se o sistema desenvolvido e implementado sob a forma de um protótipo que satisfaz parcialmente os requisitos apresentados no capítulo 4.

Uma vez apresentada a arquitectura do sistema e tendo procedido a uma explicação detalhada, do ponto de vista técnico, de como funciona o sistema, foram validados os principais conceitos e procedeu-se a uma reflexão sobre o trabalho realizado, identificando pontos fortes, bem como insuficiências e futuros desenvolvimentos, concluindo o capítulo com um balanço do que foi conseguido do ponto de vista técnico face aos objectivos iniciais.

# Capítulo 6

---

## 6 Modelo de mercado e plano de negócio

### 6.1 Introdução

A proposta e desenvolvimento de um mercado virtual de imagens médicas, tal como foi apresentado nos capítulos anteriores, necessita de ser complementado com uma análise da sua viabilidade económica, sendo este o objectivo deste capítulo.

Depois de ter sido desenvolvido um sistema que permite aproximar os participantes no processo mediante a realização de um processo de leilão, neste capítulo pretende-se modelar um sistema, mediante a identificação dos seus utilizadores potenciais, que dê uma adequada resposta às suas necessidades.

Após uma efectiva análise e modelação operacional do negócio, será efectuada uma análise completa dos custos/benefícios da sua implementação, demonstrando a viabilidade das opções tomadas face a um conjunto de potenciais cenários futuros.

### 6.2 Modelo operacional

Baseado no *canvas business model* desenvolvido por Osterwalder *et al* [173] e mais tarde em [174], iremos analisar de que forma é que a exploração do *broker* pode ser efectuada, garantindo a viabilidade comercial, para além de garantir a satisfação dos participantes (*stakeholders*) no mercado a ser criado.

Para definição deste modelo genérico, assume-se que a gestão do mercado de imagens e do *broker* será efectuada por uma entidade reguladora independente, no âmbito das atribuições de uma entidade híbrida a ser criada na confluência da Entidade Reguladora da Saúde e da Inspeção Geral das Actividades em Saúde e emanando das suas competências [175]. Entre estas, devemos destacar as que se referem a assegurar o direito de acesso universal e equitativo aos serviços públicos de saúde ou publicamente financiados (art. 35º,

alínea a) do Dec. Lei 127/2009) e velar pelo respeito da concorrência nas actividades abertas ao mercado sujeitas à sua (ERS) jurisdição (art. 38º, alínea b) do Dec. Lei 127/2009) [176], para além de auditar o desempenho organizacional, de gestão e técnica dos elementos envolvidos (art. 2º alíneas a), c) e f) Dec. Lei 275/2007) [177] sejam do sector público, sejam do sector privado.

O suporte técnico poderá ser garantido pela Administração Central dos Sistemas de Saúde tendo em vista garantir a operacionalidade e segurança das infra-estruturas tecnológicas e dos sistemas de informação do Ministério da Saúde (artº 3, nº2, alínea p do Decreto Lei nº219/2007 de 29 de Maio) [178]. *A posteriori*, deverá ser aprofundada a análise da forma como se compagina a utilização de meios e infra-estruturas de uma das partes interessadas (Ministério da Saúde) com a independência do sistema.

Esta entidade gestora terá a seu cargo a supervisão e manutenção da actividade efectuada e o desenvolvimento de um modelo de negócio que passamos a expor:

### 6.2.1 Identificação de utilizadores do sistema

O *broker* irá servir fundamentalmente dois segmentos de clientes interdependentes e que agirão de forma concorrente ao longo do tempo, nomeadamente radiologistas, que efectuem a interpretação do exame mediante uma dada remuneração, e médicos de clínica geral, que pretendem obter a interpretação de um exame.

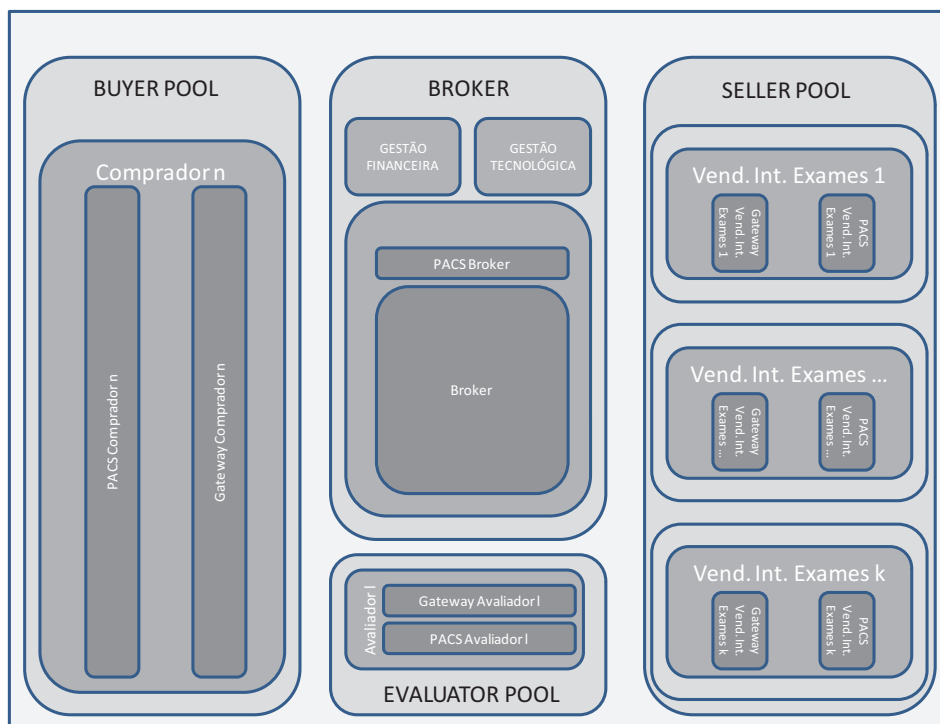


Figura 6.1: Configuração base de actores para descrição de fluxo de informação da solução proposta.



Recuperando o diagrama apresentado no Capítulo 4, temos um conjunto de actores, que funcionarão como clientes do *broker*. Para além destes clientes, a organização gestora do *broker* poderá ter ainda como cliente a entidade financiadora do sistema, que faz uso das funcionalidades de câmara de compensação (*clearing house*) para otimizar o relacionamento entre radiologistas, médicos de clínica geral e pacientes, e desta forma processar com maior facilidade a informação relativa a exames realizados, custos envolvidos e aceitação/rejeição dos mesmos.

De notar que a entidade financiadora normalmente tem uma posição de liderança na escolha da plataforma fornecedora de serviços e na criação de parcerias, pelo que os restantes clientes (radiologistas e médicos de clínica geral) serão condicionados pelas escolhas efectuadas por estes.

Assume-se que os fornecedores de imagens mantêm, numa primeira fase, uma posição neutra, podendo ser alvo, numa segunda fase, da implementação de um processo semelhante de escolha de melhor fornecedor de imagens médicas mediante realização de leilão. No entanto, esta discussão está fora do âmbito desta dissertação.

Em resumo, e como organização base do sistema, teremos a seguinte configuração:

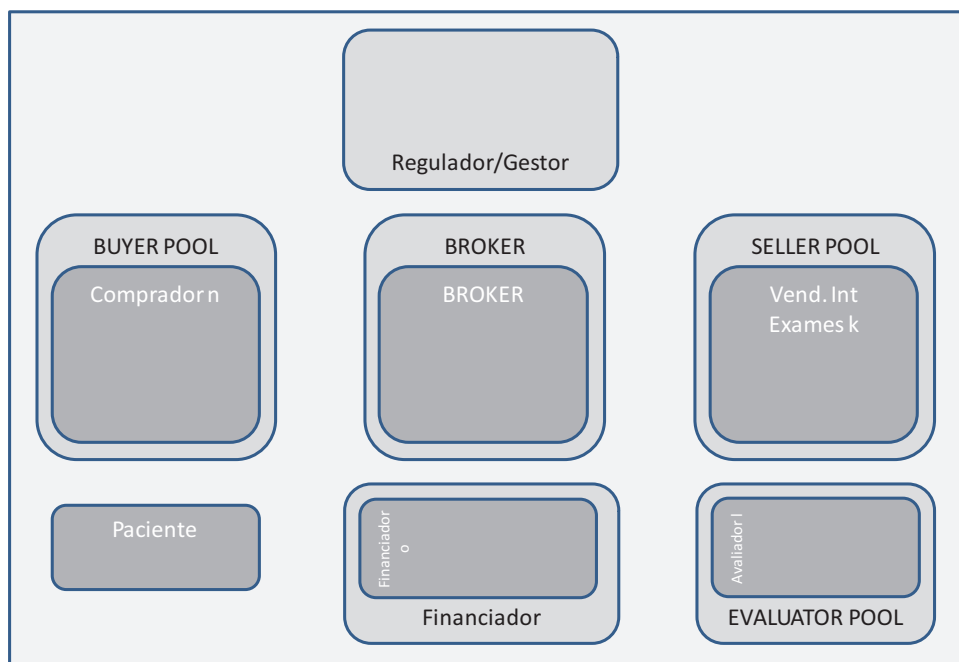


Figura 6.2: Configuração base dos actores participantes no sistema.

### 6.2.2 Proposta de valor

Na proposta de valor deverá residir o motivo pelo qual os clientes anteriormente identificados escolhem um operador de mercado em vez do outro. Assumindo que as entidades financiadoras têm primazia no factor de decisão sobre qual das formas como as



entidades financiadas deverão participar no mercado, estas têm, no entanto, necessidades diferentes sem que sejam conflitantes entre si.

Partindo do ponto de vista da entidade gestora do *broker*, é do seu interesse (que é, recordemos, um regulador do sector da saúde), que se garanta:

- i) Uma maior acessibilidade dos pacientes aos cuidados radiológicos;
- ii) Uma maior rapidez no processamento das interpretações efectuadas;
- iii) A auto-suficiência do sistema do ponto de vista financeiro, para que não provoque encargos para a sociedade;
- iv) A redução de risco na aquisição do serviço, consubstanciada na possibilidade de ter uma segunda opinião por parte de uma entidade com maiores qualificações e que decide em caso de dúvida.

As três primeiras propostas de valor são compatíveis com as propostas de valor a efectuar para as entidades clínicas participantes, nomeadamente médicos de clínica geral, que desta forma conseguem obter uma resposta mais rápida às interpretações, e para os pacientes, que aceleram o seu processo de tratamento.

Do ponto de vista do financiador do sistema a principal proposta de valor apresenta-se em conseguir obter o mesmo serviço por um preço inferior por parte de um dos participantes (radiologista) e que se poderá reflectir nos prémios de seguro pagos pelos pacientes. Para que isso aconteça, fundamental e principalmente, os radiologistas, ao optimizarem a sua produtividade e ao serem sujeitos a uma maior concorrência, estarão disponíveis para prescindirem de uma parte do seu rendimento.

Este diferencial será redistribuído pelos parceiros, nomeadamente médicos de clínica geral e entidades financiadoras do sistema, que por sua vez passarão parte dos ganhos para os pacientes. Uma parte substancial dos ganhos deverá ser encaminhada para a entidade gestora do *broker* para que a estrutura possa ser viabilizada financeiramente.

### **6.2.3 Canais de distribuição e relacionamento com cliente**

A utilização de canais de comunicação exclusivamente Web com os segmentos anteriormente identificados deverá ser considerada como prioritária, devendo toda a troca de informação entre a entidade gestora do *broker* e os participantes ser efectuada por esta via.

Não deverá ser de excluir a possibilidade de utilização das capacidades dos centros de contacto telefónico do SNS e das companhias seguradoras para efectuar actividades de *help desk* aos utilizadores do sistema.

#### 6.2.4 Fluxos de geração de receita

Estes fluxos representam a geração de receita para a organização gestora do *broker* e deverão ser identificados tendo em conta cada um dos segmentos. Cada fluxo de receita identificado poderá ter diferentes mecanismos de *pricing* que poderá ocorrer de uma só vez (*one time revenues*) ou de forma recorrente (*recurring revenues*).

Do lado dos *one time revenues* podemos identificar a venda da possibilidade de acesso ao sistema às entidades participantes no mercado. O pagamento desta taxa permitirá o registo e entrada das entidades (radiologistas e médicos de clínica geral) e o acesso à plataforma de negociação.

De notar que, apesar de os médicos de clínica geral recorrerem ao serviço em benefício do paciente, e como tal não beneficiarem directamente da utilização do serviço, irão beneficiar de forma indirecta, mediante uma melhor qualidade de diagnóstico e uma optimização de fluxo de trabalho. A estas vantagens soma-se a possibilidade de receberem valores residuais do diferencial negociado, que discutiremos mais à frente e que compensarão esta verba inicial.

Após o pagamento desta taxa de entrada, poderá ser paga uma taxa recorrente como subscrição anual que permita aos diferentes participantes o acesso a actualizações do *software* que suporta o funcionamento do mercado. Deverá ser notado que o software que suporta o funcionamento do mercado não é só a aplicação disponibilizada aos participantes mas é também o motor de *brokerage* que faz o seu encontro e conciliação.

Em termos de pagamentos periódicos de funcionamento, poderemos ter receitas provenientes da realização de leilões de exames em que é cobrada (em proporção a ser negociada entre vendedor e comprador) uma comissão sobre o valor final alcançado no leilão ou, em alternativa, é cobrado um valor fixo ao comprador e vendedor.

Poderá ainda existir um conjunto de receitas provenientes da realização de recursos sobre exames efectuados e/ou da aplicação de penalizações por incumprimento contratual aos participantes, com parte da receita a reverter para a organização gestora do mercado.

Poder-se-á ainda obter receitas provenientes da realização de actividades de revisão de classificação de vendedores e da prestação de serviços de integração de sistemas e *help desk* junto dos clientes.

Em termos gráficos, e descrevendo em três passos os fluxos de geração e distribuição de receitas, teremos:

Em primeiro lugar, a cobrança de *one time revenues* para entrada de compradores e vendedores no sistema, a que se somarão *fees* recorrentes, de periodicidade anual, num fluxo que podemos ver representado na Figura 6.3.

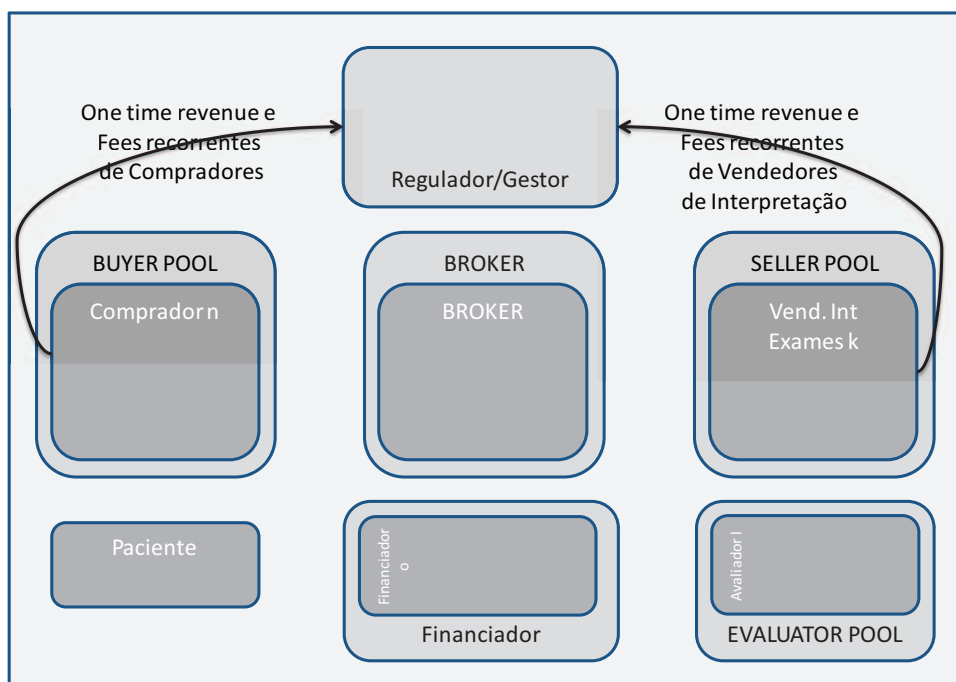


Figura 6.3: *Fees* pagas pelos participantes para entrar e participar no mercado.

Estas *fees* poderão eventualmente ser consolidadas numa única *fee* a ser paga pela entidade financiadora, que adquire um determinado número de licenças para médicos de clínica geral e radiologista. Por sua vez, a entidade financiadora procede à sua distribuição ao longo do tempo pelos clínicos, devendo esta alternativa ao modelo de negócio ser analisada fora do âmbito deste documento.

Em termos de gestão de receitas e distribuição das mesmas pelos participantes, vamos assumir que inicialmente se realiza um leilão entre os diferentes radiologistas, vendedores de interpretação de exames, sendo a base de licitação para esse exame o valor do co-pagamento que o paciente terá que pagar pela realização e interpretação do exame.

O motivo pelo qual foi escolhido o valor de co-pagamento passa por um lado por se poder introduzir o paciente na equação de reembolsos, incentivando a participação dos utilizadores do sistema e tornando-os igualmente beneficiários dos ganhos de produtividade e reembolsos proporcionados pela sua utilização. Por outro lado, fruto da análise dos valores de reembolso aplicados, nomeadamente no Serviço Nacional de Saúde, estes revelaram-se muito próximos da estrutura de custos enunciada por Forman *et al* em [95], onde o preço final de um exame de decompõe em 80% relativo a encargos com equipamento e técnicos de radiologia, sendo os 20% remanescentes relativos ao processo de interpretação.

Após a realização do leilão, onde o radiologista vencedor prescindiu de um valor  $\delta$  sobre o valor inicial de licitação, apresentado na Figura 6.4, o paciente irá pagar na totalidade o co-pagamento do exame à entidade financiadora, por exemplo, o Serviço Nacional de Saúde.

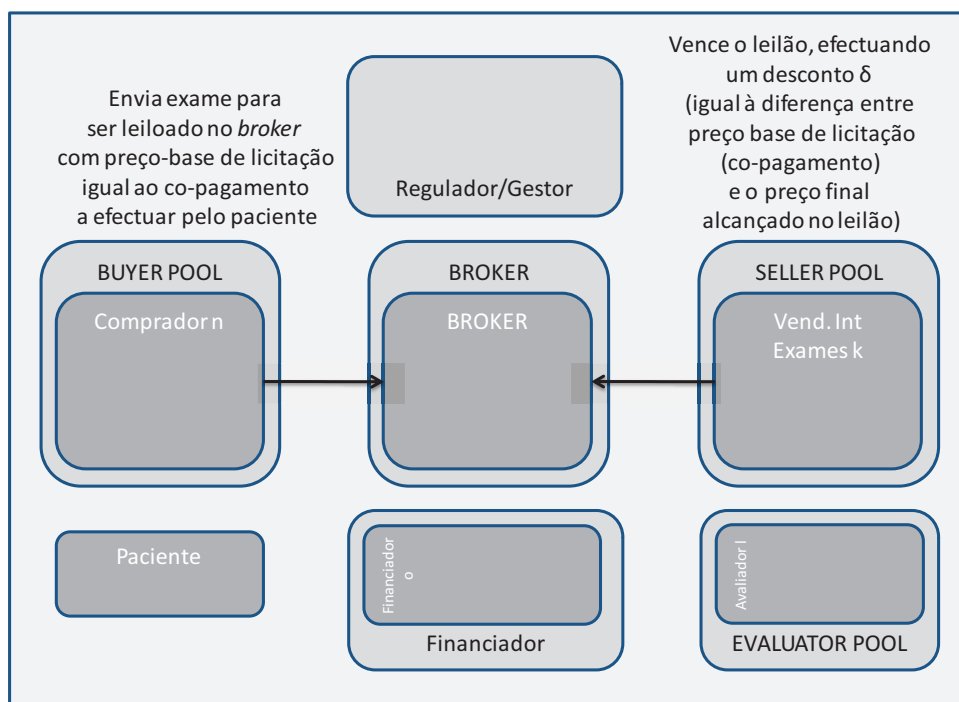


Figura 6.4: Lançamento e conclusão do leilão entre comprador e vendedor.

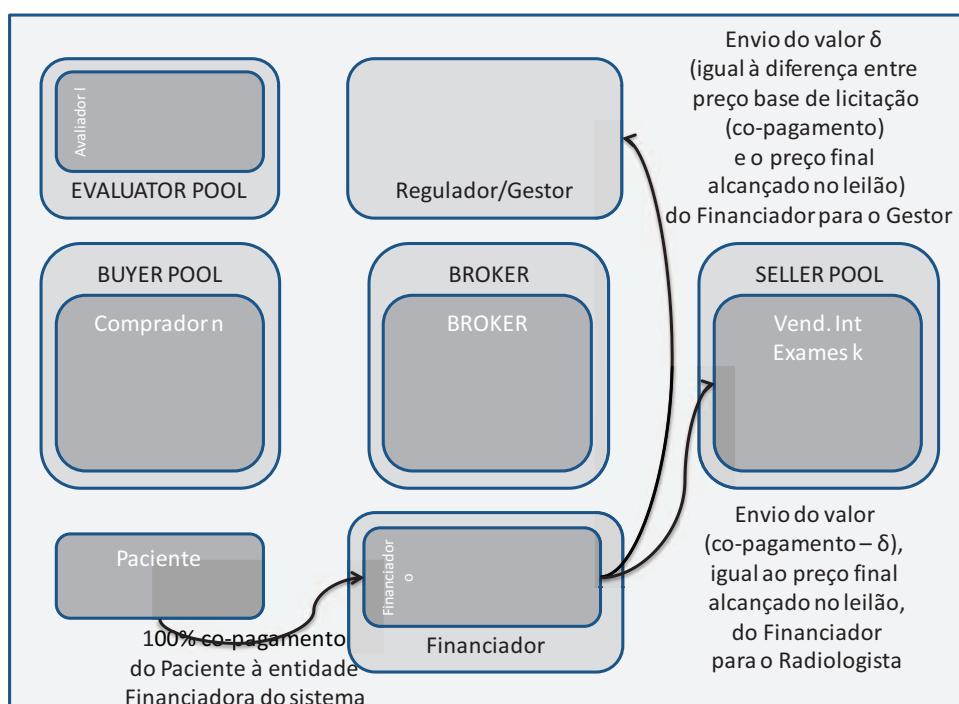


Figura 6.5: Fluxos financeiros iniciais entre o paciente, a entidade financiadora, o gestor do *broker* e o vendedor.

Esta entidade, após confirmar com o *broker* qual o valor negociado entre comprador e vendedor, irá passar um valor  $\delta$ , correspondente à diferença entre o valor do co-pagamento

efectuado pelo paciente (e que corresponde ao preço base do leilão) e o preço final alcançado em leilão, para o regulador/gestor do sistema, sendo o restante montante (co-pagamento- $\delta$ ) entregue ao vencedor do leilão, conforme representado na Figura 6.5.

De acordo com os contratos previamente celebrados pelo regulador/gestor do sistema, teremos então uma redistribuição do valor  $\delta$  pelos intervenientes de acordo com as regras contratuais estabelecidas inicialmente e cujo fluxo podemos ver na Figura 6.6.

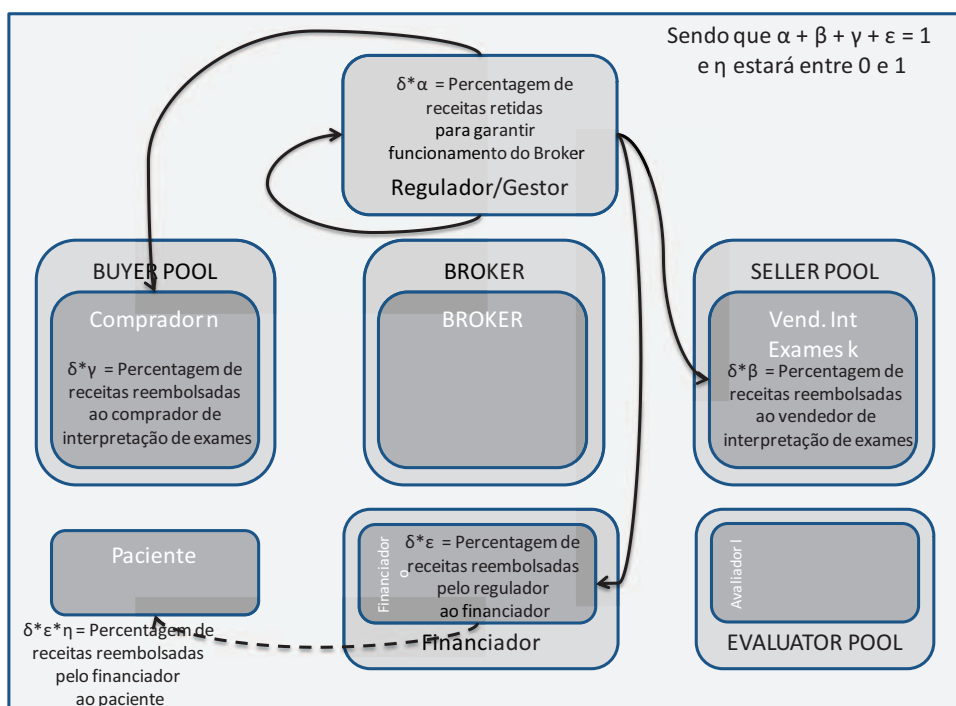


Figura 6.6: Redistribuição do valor  $\delta$  entre os diferentes participantes de acordo com os valores contratados.

O regulador/gestor do sistema começará por reservar uma parte do valor  $\delta$ , igual a  $\delta * \alpha$ , para ele próprio, por forma a garantir financiamento para funcionamento do sistema, dos seus custos operacionais e investimentos de capital no sistema.

Uma outra parte, igual a  $\delta * \beta$ , será reembolsada para os vendedores de interpretação de exames, ou seja para os radiologistas, de forma a recompensa-los pela perda de receita tida pela participação no mecanismo de leilão e para que funcione como um incentivo à sua participação no sistema, podendo ainda funcionar como “reserva” para pagamento de *fees* e/ou de penalizações.

Uma terceira parte,  $\delta * \gamma$ , será reembolsada para os compradores de exames, ou seja para os médicos de clínica geral, para que funcione como um incentivo à sua participação no sistema, podendo ainda funcionar como “reserva” para pagamento de *fees* e/ou de penalizações.

A quarta parte,  $\delta \cdot \epsilon$ , será reembolsada para os financiadores do sistema (companhias de seguros, por exemplo) que por sua vez poderão reembolsar o paciente num valor  $\delta \cdot \epsilon \cdot \eta$ , constituindo assim este mecanismo um benefício para o utilizador final.

De notar que o valor  $\alpha + \beta + \gamma + \epsilon = 1$ , garantindo a redistribuição dos valores dentro do sistema, e ainda que  $\eta$  terá um valor entre 0 e 1, permitindo à entidade financiadora reembolsar (ou não) o paciente dos ganhos tidos no processo.

### 6.2.5 Recursos e actividades chave

Os principais recursos a aplicar deverão estar concentrados na gestão da plataforma de *broker* e no desenvolvimento e optimização de mecanismos de inter-relação entre os participantes no mercado.

Deverão ser continuamente desenvolvidos novos e inovadores mecanismos de integração dos sistemas de informação imagiológica, que se reflectirão no lançamento de versões actualizadas do *software* para os utilizadores, para além de se procurar garantir a integração dos sistemas administrativos e financeiros dos diferentes participantes de forma a optimizar o seu relacionamento.

Por parte do gestor do *broker* deverá ainda ser garantido que existe um painel de peritos adequado para efectuar as revisões das situações de recurso e as actividades de revisão de classificação de vendedores. O gestor de *broker* deverá ainda prever as situações em que o leilão fica vazio de participantes, devendo o serviço ser garantido à entidade compradora de acordo com as condições contratuais previamente estabelecidas.

### 6.2.6 Parcerias

Dado que a entidade gestora do *broker* não se encontra, por natureza, orientada à gestão de infra-estruturas de telecomunicações nem ao desenvolvimento de *software* e manutenção do *data center* do *broker*, deverá desde o início contemplar um conjunto de parcerias estratégicas para suprir estas incapacidades, não devendo incorporar no seu seio estas funções dado que não se trata, claramente, da sua actividade principal.

Deverá ser analisada a possibilidade de o *data center* ser propriedade da entidade gestora do *broker* ou ser sub-contratado a uma entidade externa, consoante a dimensão esperada do número de participantes, dos exames a serem analisados e do volume de dados a serem geridos pelo *broker*.

Igualmente deverá desenvolver um conjunto de capacidades básicas internas tendo em vista a gestão das equipas que irão efectuar a avaliação dos participantes e os processos de recurso, sem que igualmente tenha necessidade de incorporar na sua estrutura tais elementos.

## 6.2.7 Estrutura de custos

A estrutura de custos da organização, conforme referido anteriormente em termos de parcerias, deverá contemplar o acesso de cada cliente participante a um *software*, actualizado permanentemente, que permite que ajam como comprador e/ou vendedor, sendo que o acesso dos participantes em termos de telecomunicações se fará com uma ligação à Internet que ficará a seu cargo.

Para além de garantir esta vertente, a organização gestora do *broker* deverá garantir o financiamento da estrutura de *hardware* e *software* responsável pela gestão do *data center* onde o *broker* irá operar. Deverá ainda ser contemplado um conjunto de custos variáveis em termos de infra-estrutura de comunicações que interligam o *data center* à rede, bem como as necessidades em termos de *back-up* e redundância.

## 6.2.8 Sistematização do modelo de negócio

Resumindo e sistematizando os princípios do modelo de negócio anteriormente estabelecido, temos o seguinte quadro resumo, aplicando directamente no *business model canvas* de Osterwald:

**The Business Model Canvas**










<b>Key Partners</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Parcerias para gestão de telecomunicações</li> <li>- Parcerias para gestão de <i>data center</i> do <i>broker</i></li> <li>- Gestão de equipas avaliadoras e de recurso</li> </ul>	<b>Key Activities</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Processos de leilão</li> <li>-Processos de recurso</li> <li>-Processos de avaliação</li> </ul>	<b>Value Proposition</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Acessibilidade aos cuidados radiológicos</li> <li>-Maior rapidez no processamento das interpretações efectuadas</li> <li>-Aceleração do processo de tratamento</li> <li>-Auto-suficiência financeira do sistema</li> <li>-Optimização de produtividade</li> <li>-Redução de risco na aquisição da interpretação</li> </ul>	<b>Customer Relationships</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Help desk</li> </ul>	<b>Customer Segments</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiologistas</li> <li>- Médicos de Clínica Geral</li> <li>- Entidade Financiadora</li> </ul>
<b>Cost Structure</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Plataforma de software disponibilizado aos utilizadores</li> <li>-Estrutura de hardware software onde assenta o <i>data center</i></li> <li>- Infra-estrutura de Comunicações que interliga <i>data center</i> com utilizadores</li> <li>-Back-up e redundâncias</li> </ul>		<b>Revenue Streams</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-One time revenues</li> <li>-Recurring revenues</li> <li>-Recursos/penalizações por incumprimento</li> <li>-Revisão de classificação de vendedores</li> <li>-Integração de sistemas/help desk</li> </ul>		
<b>Key Resources</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>-Gestão plataforma de broker</li> <li>- Pannel de peritos</li> <li>- Entidades que asseguram funcionamento de mercado</li> </ul>		<b>Channels</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Canais de comunicação exclusivamente Web</li> </ul>		

Figura 6.7: Modelo de negócio de acordo com a *business model canvas* de Osterwald.



## 6.3 Caso de estudo aplicado a Portugal

De acordo com a informação recolhida para realização do capítulo 3, iremos aplicar os dados aí apresentados de forma a simular a aplicação deste *broker* ao caso português, tendo em conta três cenários de evolução distintos e duas possibilidades de arquitecturas de implementação de *data center*, que nos permitirão avaliar qual a melhor hipótese de implementação de acordo com a dimensão e o número de exames envolvidos.

### 6.3.1 Estado actual em Portugal

Não são conhecidos estudos que façam a projecção para o futuro próximo em termos de imagiologia, de número de radiologistas ou de número de exames efectuados. Por esta razão, iremos apenas considerar como ponto de partida a situação observada nos anos entre 2001 e 2008 pelo Instituto Nacional de Estatística, e que serviu de base para a realização do capítulo 3, admitindo que os anos de 2009 até 2015 terão um crescimento nas variáveis “exames realizados”, “número de radiologistas” e “número de clínicos” seguindo uma taxa de crescimento anual composto igual ao registado entre 2001 e 2008 para estas variáveis.

Em relação à variável população, existem estudos mais detalhados realizados pelo Instituto Nacional de Estatística que apontam para um envelhecimento da população e uma significativa desertificação do interior do país, conforme fica demonstrado no estudo “Projeções de População Residente, segundo o sexo e grandes grupos etários, Portugal e NUTS III (NUTS 2001), 2000-2050, Cenário Base” [179].

Iremos analisar a implementação do mercado tendo em conta o desempenho das variáveis nos últimos 8 anos (2001-2008), projectar os anos de 2009 e 2010 e realizar o plano de negócios tendo em conta a sua implementação em 5 anos, entre os anos de 2011 e 2015.

Os valores constantes das tabelas seguintes foram determinados mediante a utilização dos valores base de 2001 a 2008, tendo sido aplicado o valor do declive nesse intervalo temporal para projectar os valores entre 2009 e 2015. A validação dos valores encontrados foi efectuada utilizando as funções do Excel designadas por *Forecast* e *Slope* [180].

Assim, assumindo esta evolução no número de médicos, prevê-se que a composição da população e do número de médicos entre 2009 e 2015 evolua da forma exposta na Tabela 6.1:



Tabela 6.1: Previsão na evolução do número de médicos, assumindo uma evolução linear da população existente entre 2001 e 2008.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
População	10.636.502	10.655.656	10.675.295	10.694.652	10.713.734	10.732.130	10.749.837
Médicos	39.746	40.577	41.426	42.292	43.177	44.079	45.001
Médicos não especializados	14.897	15.323	15.761	16.212	16.676	17.152	17.643
Radiodiagnóstico	811	822	833	844	855	866	877

Em termos gráficos, teremos a seguinte evolução, considerando no eixo das ordenadas da esquerda os médicos não especialistas e, no da direita, o dos médicos (Figura 6.8) e dos especialistas em radiodiagnóstico (Figura 6.9):

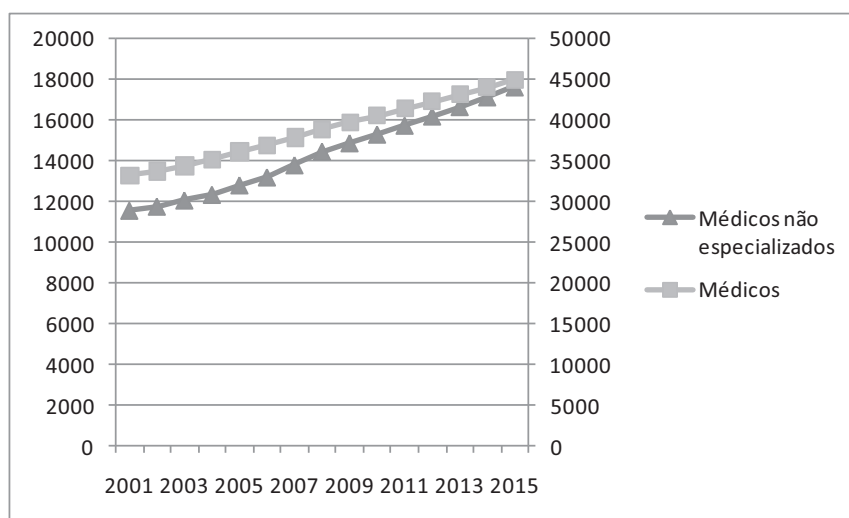


Figura 6.8: Evolução do número de médicos e médicos não especializados em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2010 (projecção autor).

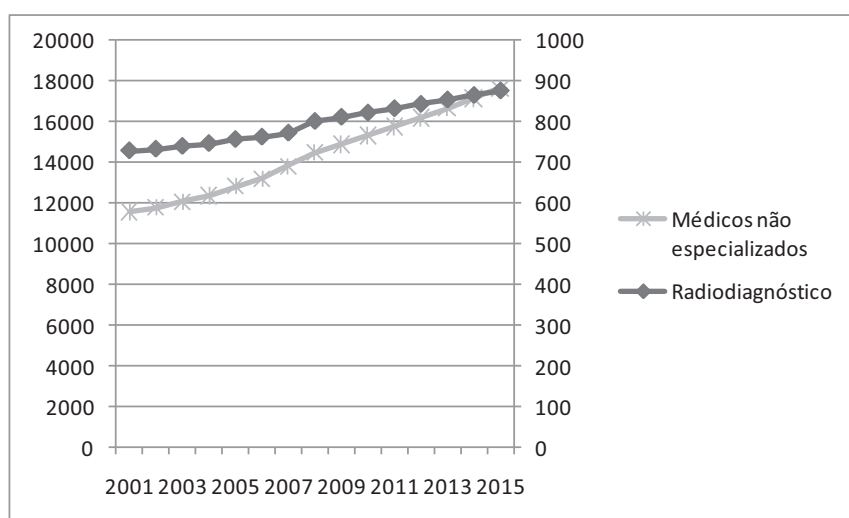


Figura 6.9: Evolução do número de médicos não especializados e especialistas em radiodiagnóstico em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2010 (projecção autor).

Tendo em conta os mesmos princípios, teremos que a evolução no número de exames realizados será o exposto na Tabela 6.2:

Tabela 6.2: Previsão na evolução do número de exames radiológicos a serem realizados, assumindo uma evolução a partir do número de exames efectuados entre 2001 e 2008.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Imagiologia	10.126.401	10.519.955	10.933.734	11.368.996	11.827.090	12.309.459	12.817.651
Angiografia	33.149	34.417	35.733	37.100	38.519	39.992	41.522
Ecografia	1.851.059	1.958.392	2.071.950	2.192.091	2.319.200	2.453.678	2.595.954
Exames radiológicos	6.359.718	6.519.723	6.683.754	6.851.912	7.024.300	7.201.025	7.382.197
Mamografia	241.026	239.532	238.047	236.572	235.106	233.649	232.201
Ressonância magnética	195.583	216.030	238.615	263.562	291.116	321.551	355.167
Tomografia axial computadorizada (TAC)	1.130.869	1.215.296	1.306.027	1.403.532	1.508.317	1.620.924	1.741.938
Outra	314.997	336.564	359.607	384.227	410.533	438.641	468.672

De uma forma gráfica podemos ver na Figura 6.10 a evolução do número total de exames decomposto por modalidade, considerando a sua evolução de 2001 a 2015:

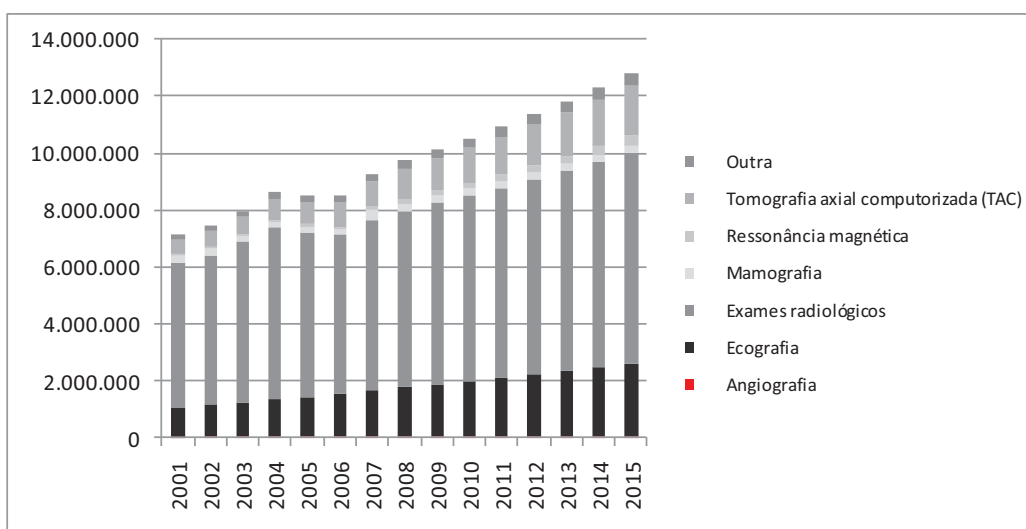


Figura 6.10: Evolução do número de exames radiológicos em Portugal entre 2001 e 2008 (valores INE) e 2009 e 2015 (projecção autor).

Com estes dados-base, iremos de seguida proceder à determinação de um conjunto de pressupostos para elaboração do plano de negócios.

### 6.3.2 Pressupostos para elaboração do plano de negócio para o caso português

#### 6.3.2.1 A função logística generalizada e os padrões de adopção de tecnologia

Considera-se que o padrão geral de adopção de uma determinada tecnologia (ou a sua substituição) obedece a uma curva em forma de S quando a percentagem da base instalada de clientes capturada por essa tecnologia é representada ao longo do tempo.

Para obter esta curva, designada por curva logística, é utilizada a seguinte formula:

$$y(t) = 1 / (1 + e^{-\frac{(t-\mu)}{\beta}})$$

Para valores em que a média  $\mu$  vale 0 e em que a escala  $\beta$  oscila entre 5 e 20, teremos o gráfico representado na Figura 6.11 [181]:

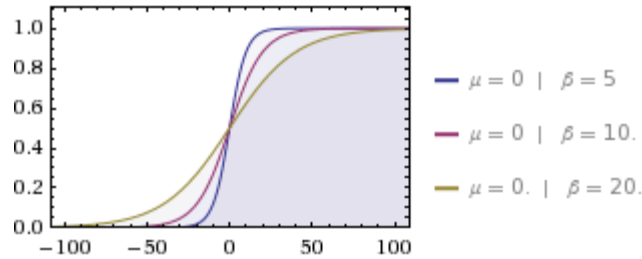


Figura 6.11: Figura ilustrativa da aplicação da curva logística com várias velocidades de adopção de tecnologia

Este modelo é simétrico no ponto de penetração a 0, que corresponde ao parâmetro  $\mu$  em que a penetração de 50%. O parâmetro  $\beta$  corresponde à rapidez com que se processa a adopção da tecnologia, podendo variar consoante as adopções tecnológicas ao longo do tempo sejam mais rápidas ou mais lentas.

Este modelo é especialmente aplicável quando estudamos adopções de tecnologia disruptiva em que novas soluções tecnológicas substituem velhas soluções de forma comprovadamente superior do ponto de vista técnico e tecnológico [180, 182].

No entanto, nem sempre vamos ter uma curva de adopção que tem o seu início com o valor de penetração em 0% e o seu final em 100%.

De forma a adaptar esta curva a uma taxa de crescimento genérico, F. J. Richards efectuou uma adaptação desta função no que ficou conhecido como a curva de Richards [183] sendo que a sua fórmula genérica é a seguinte:

$$y(t) = penetração_{inicial} + \frac{penetração_{final} - penetração_{inicial}}{(1 + T * e^{-B(x-M)})^{\frac{1}{T}}}$$

Será efectuada uma adaptação para o caso em que temos uma taxa de **penetração inicial** e uma taxa de **penetração final** indeterminada, bem como a indicação do declive da curva (ou a **velocidade de arranque do mercado**), representado por B, dos anos necessários para o **takeover**, representado por M, e o ano em que ocorre o **momento de arranque no mercado**, representado por T. A aplicação será efectuada admitindo em todos os casos que  $M=2$ ;  $B=4$  e  $T=2$ .

Antecipando os resultados da sub-seção seguinte podemos desde já apresentar os resultados ilustrativos de três cenários de adopção do *broker* por parte dos médicos de clínica geral (com o eixo das ordenadas à esquerda) e dos médicos de radiologistas (com o eixo das ordenadas à direita), tendo em conta os parâmetros de curva logística anteriormente apresentados.

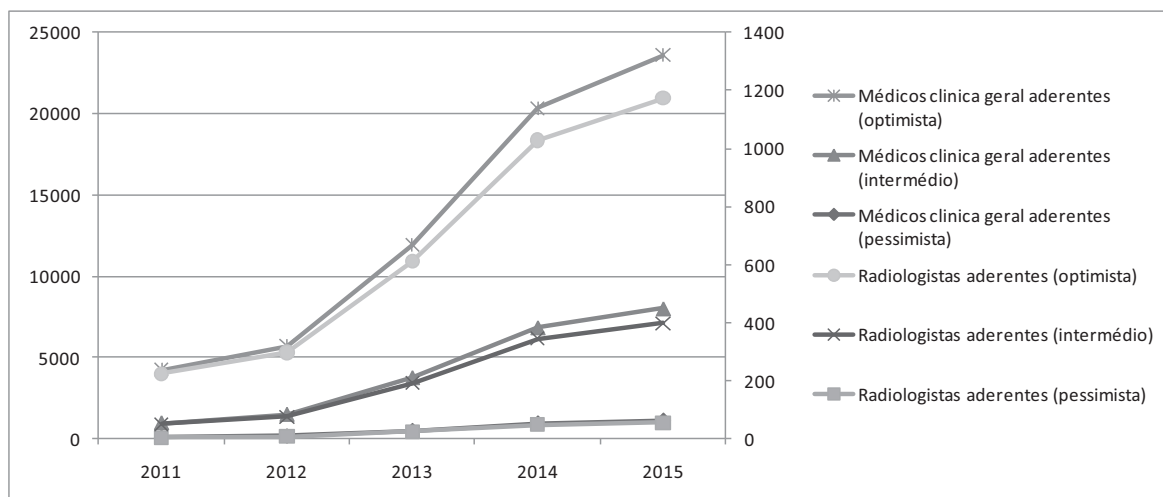


Figura 6.12: Resultados ilustrativos de evolução do número de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao *broker* tendo em conta três cenários (optimista, intermédio e pessimista) entre 2011 e 2015 (projectão autor).

### 6.3.2.2 População, utilizadores e exames

Partindo dos cenários anteriormente apresentados para realização deste estudo, foram criados três cenários de adesão ao *broker*.

O primeiro cenário, conservador, considera um rácio de adesão por parte de ambos os segmentos de clientes alvo (médicos de clínica geral e radiologistas), progredindo ao longo do tempo de um valor inicial de penetração de 0,6% até atingir um ponto de saturação a 6% de elementos aderentes ao sistema.

Em termos absolutos e percentuais face ao total estimado, o número de aderentes será o representado na Tabela 6.3:

Tabela 6.3: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao *broker* no cenário pessimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
População	10.675.295	10.694.652	10.713.734	10.732.130	10.749.837
Médicos	41.426	42.292	43.177	44.079	45.001
Médicos não especializados	15.761	16.212	16.676	17.152	17.643
Especialistas em Radiodiagnóstico	833	844	855	866	877
Médicos clínica geral aderentes	91	166	498	950	1.120
Penetração	0,58%	1,02%	2,99%	5,54%	6,35%
Radiologistas aderentes	5	9	26	48	56
Penetração	0,58%	1,02%	2,99%	5,54%	6,35%

Em termos de exames, este cenário prevê a utilização do *broker* para uma percentagem que evolui de 0,5% a 5% de todo o tipo de exames com excepção dos que são efectuados no internamento e na urgência do sector público. Assume-se que estes serão auto-suficientes e terão as suas estruturas integradas com os radiologistas internos, sendo que os restantes apenas farão uso do sistema em casos pontuais em que não exista capacidade de resposta.

Em função destas taxas de adesão, o número de exames leiloados será então o representado na Tabela 6.4:

Tabela 6.4: Projecção do número de exames leiloados no *broker* no cenário pessimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
Exames leiloados (total)	31.271	56.826	163.366	306.644	375.243
Angiografia	131	259	750	1.370	1.747
Ecografia	8.937	16.328	47.631	91.024	112.479
Exames radiológicos	14.674	26.631	75.284	137.902	166.911
Mamografia	1.295	2.194	6.022	10.919	12.636
Ressonância magnética	1.094	2.059	6.237	12.431	15.883
Tomografia axial computadorizada (TAC)	3.953	7.280	21.473	41.582	51.834
Outra	1.187	2.075	5.969	11.415	13.752
Exames leiloados (Publico)	17.473	30.340	87.109	166.544	199.544
Angiografia	30	50	137	253	291
Ecografia	4.174	7.284	21.006	40.317	48.464
Exames radiológicos	8.954	15.258	42.963	80.514	94.502
Mamografia	528	916	2.629	5.018	5.999
Ressonância magnética	663	1.221	3.720	7.540	9.572
Tomografia axial computadorizada (TAC)	2.871	5.143	15.220	29.980	36.986
Outra	253	469	1.434	2.923	3.730
Penetração Internamento/Urgência	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Penetração Externo/Consulta Externa	0,56%	0,94%	2,57%	4,70%	5,37%
Exames leiloados (Privado)	13.798	26.486	76.256	140.100	175.699
Angiografia	102	209	613	1.118	1.456
Ecografia	4.763	9.044	26.625	50.708	64.015
Exames radiológicos	5.720	11.373	32.321	57.389	72.409
Mamografia	767	1.278	3.393	5.901	6.637
Ressonância magnética	431	837	2.517	4.891	6.311
Tomografia axial computadorizada (TAC)	1.082	2.137	6.253	11.602	14.848
Outra	934	1.607	4.535	8.492	10.022
Penetração Internamento/Urgência	0,56%	0,94%	2,57%	4,70%	5,37%
Penetração Externo/Consulta Externa	0,56%	0,94%	2,57%	4,70%	5,37%

Em termos percentuais face ao total de exames realizados a nível nacional, o número de exames realizados será o representado na Tabela 6.5:

Tabela 6.5: Percentagem de exames leiloados no *broker* no cenário pessimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
Exames leiloados (total)	0,3%	0,5%	1,4%	2,5%	2,9%
Angiografia	0,4%	0,7%	1,9%	3,4%	4,2%
Ecografia	0,4%	0,7%	2,1%	3,7%	4,3%
Exames radiológicos	0,2%	0,4%	1,1%	1,9%	2,3%
Mamografia	0,5%	0,9%	2,6%	4,7%	5,4%
Ressonância magnética	0,5%	0,8%	2,1%	3,9%	4,5%
Tomografia axial computadorizada (TAC)	0,3%	0,5%	1,4%	2,6%	3,0%
Outra	0,3%	0,5%	1,5%	2,6%	2,9%

Em termos gráficos, temos a seguinte evolução representada na Figura 6.13, de acordo com a curva em S, prevista inicialmente:

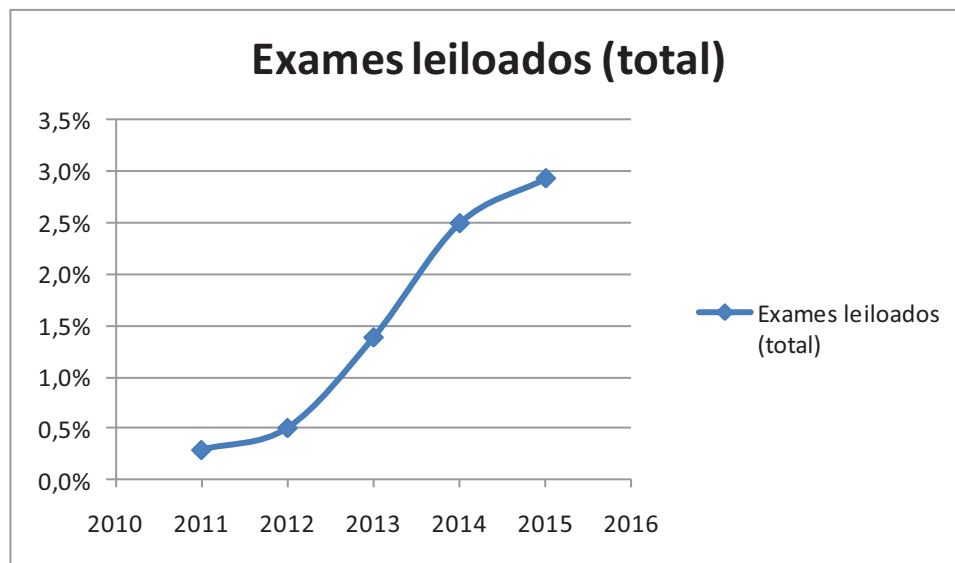


Figura 6.13: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário pessimista.

No outro extremo temos um cenário optimista, conseguido com base numa adesão mais significativa dos potenciais clientes, com uma taxa inicial de penetração de 20% no primeiro ano, com base num conjunto de incentivos aos participantes, como por exemplo isenção de *one time fee* aos aderentes ao sistema, sejam eles clínicos gerais ou radiologistas. O ponto de saturação equivale a 90% dos potenciais clientes, o que significa uma adesão de todos os clientes, sendo o remanescente elementos que não se encontram no activo e/ou não adoptam novas tecnologias.

Em termos absolutos e percentuais face ao total estimado, o número de aderentes será o constante da Tabela 6.6:

Tabela 6.6: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao *broker* no cenário optimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
População	10.675.295	10.694.652	10.713.734	10.732.130	10.749.837
Médicos	41.426	42.292	43.177	44.079	45.001
Médicos não especializados	15.761	16.212	16.676	17.152	17.643
Especialistas em Radiodiagnóstico	833	844	855	866	877
Médicos clínica geral aderentes	3.293	4.234	8.170	13.508	15.567
Penetração	20,89%	26,11%	48,99%	78,75%	88,23%
Radiologistas aderentes	174	220	419	682	774
Penetração	20,89%	26,11%	48,99%	78,75%	88,23%

Tabela 6.7: Projecção do número de exames leiloados no *broker* no cenário optimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
Exames leiloados (total)	1.161.147	1.613.872	3.405.458	5.760.658	6.858.602
Angiografia	3.808	5.692	12.376	20.080	24.753
Ecografia	220.591	317.384	696.784	1.205.597	1.463.953
Exames radiológicos	709.307	967.498	1.993.344	3.303.922	3.872.155
Mamografia	25.489	34.693	72.729	119.869	136.377
Ressonância magnética	25.231	37.388	84.471	152.096	191.308
Tomografia axial computadorizada	138.243	196.158	422.877	738.872	902.627
Outra	38.477	55.059	122.878	220.224	267.430
Exames leiloados (Publico)	872.914	1.165.625	2.388.651	4.079.467	4.778.786
Angiografia	1.571	2.030	4.024	6.644	7.520
Ecografia	124.348	167.711	346.944	597.831	706.179
Exames radiológicos	584.084	769.187	1.553.695	2.614.080	3.015.019
Mamografia	10.404	13.956	28.714	49.209	57.810
Ressonância magnética	16.505	23.509	51.362	93.468	116.601
Tomografia axial computadorizada	115.376	159.699	339.053	599.586	726.864
Outra	20.625	29.533	64.860	118.651	148.793
Penetração Internamento/Urgência	10,51%	13,49%	26,57%	43,57%	48,99%
Penetração Externo/Consulta Externa	10,51%	13,49%	26,57%	43,57%	48,99%
Exames leiloados (Privado)	288.233	448.248	1.016.807	1.681.191	2.079.817
Angiografia	2.237	3.662	8.352	13.436	17.233
Ecografia	96.243	149.673	349.840	607.766	757.774
Exames radiológicos	125.223	198.311	439.649	689.842	857.136
Mamografia	15.085	20.737	44.015	70.660	78.566
Ressonância magnética	8.727	13.879	33.109	58.628	74.708
Tomografia axial computadorizada	22.867	36.459	83.824	139.287	175.763
Outra	17.852	25.526	58.018	101.573	118.636
Penetração Internamento/Urgência	20,89%	26,11%	48,99%	78,75%	88,23%
Penetração Externo/Consulta Externa	10,70%	14,80%	32,78%	56,16%	63,61%

Em termos de exames, este cenário prevê a utilização do *broker* para 50% e 90% dos exames efectuados no internamento e serviços de urgência dos sectores público e privado no último ano, atingindo uma percentagem que evolui dos 10% aos 50% e uma

percentagem que evolui dos 10 aos 65% dos exames efectuados na consulta externa e externamente do privado e do público respectivamente.

O valor de 50% a 90% obtido no internamento e nos serviços de urgência significa que se procedeu a uma “desacoplagem”, parcial e quase completa respectivamente, dos serviços de radiologia das instituições e se passou a efectuar a contratação dos seus serviços através do *broker*. O número de exames leiloados está representado na Tabela 6.7.

Em termos percentuais face ao total de exames realizados a nível nacional, o número de exames realizados será o constante da Tabela 6.8:

Tabela 6.8: Percentagem de exames leiloados no *broker* no cenário optimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Exames leiloados (total)</b>	10,62%	14,20%	28,79%	46,80%	53,51%
Angiografia	10,66%	15,34%	32,13%	50,21%	59,61%
Ecografia	10,65%	14,48%	30,04%	49,13%	56,39%
Exames radiológicos	10,61%	14,12%	28,38%	45,88%	52,45%
Mamografia	10,71%	14,67%	30,93%	51,30%	58,73%
Ressonância magnética	10,57%	14,19%	29,02%	47,30%	53,86%
Tomografia axial computadorizada (TAC)	10,59%	13,98%	28,04%	45,58%	51,82%
Outra	10,70%	14,33%	29,93%	50,21%	57,06%

Em termos gráficos, temos a seguinte evolução, representada na Figura 6.14, de acordo com a curva em S, prevista inicialmente:

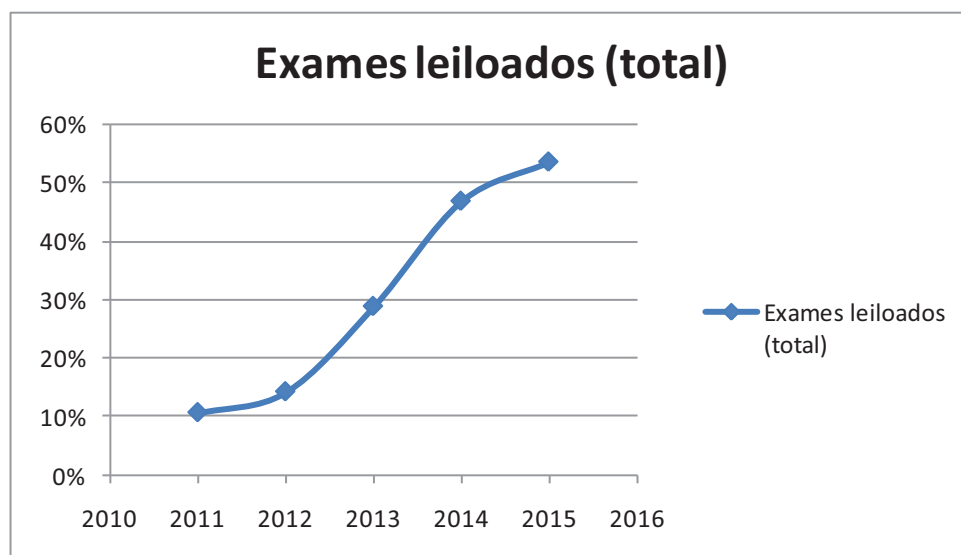


Figura 6.14: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário optimista.

No caso normal, o estágio de maturidade é atingido mais lentamente, sendo considerando um rácio de adesão intermédio por parte de ambos os segmentos de clientes alvo (médicos de clínica geral e radiologistas), progredindo ao longo do tempo até atingir a saturação com



40% de elementos aderentes ao sistema, teremos o número de utilizadores do sistema identificado na Tabela 6.9.

Tabela 6.9: Projecção de médicos de clínica geral e radiologistas aderentes ao *broker* no cenário intermédio.

	2011	2012	2013	2014	2015
População	10.675.295	10.694.652	10.713.734	10.732.130	10.749.837
Médicos	41.426	42.292	43.177	44.079	45.001
Médicos não especializados	15.761	16.212	16.676	17.152	17.643
Especialistas em Radiodiagnóstico	833	844	855	866	877
Médicos clinica geral aderentes	859	1.306	3.251	5.897	6.901
Penetração	5,45%	8,06%	19,50%	34,38%	39,12%
Radiologistas aderentes	45	68	167	298	343
Penetração	5,45%	8,06%	19,50%	34,38%	39,12%

Tabela 6.10: Projecção do número de exames leiloados no *broker* no cenário intermédio.

	2011	2012	2013	2014	2015
Exames leiloados (total)	128.629	253.796	785.058	1.499.924	1.841.299
Angiografia	540	1.157	3.604	6.697	8.571
Ecografia	36.760	72.923	228.890	445.277	551.932
Exames radiológicos	60.359	118.940	361.778	674.433	819.026
Mamografia	5.329	9.801	28.938	53.422	62.004
Ressonância magnética	4.499	9.195	29.973	60.817	77.938
Tomografia axial computadorizada (TAC)	16.260	32.513	103.189	203.422	254.346
Outra	4.883	9.268	28.686	55.856	67.482
Exames leiloados (Publico)	71.871	135.506	418.606	814.988	979.153
Angiografia	122	222	660	1.236	1.428
Ecografia	17.169	32.532	100.945	197.292	237.812
Exames radiológicos	36.831	68.143	206.459	393.998	463.718
Mamografia	2.172	4.093	12.632	24.554	29.436
Ressonância magnética	2.726	5.455	17.876	36.897	46.970
Tomografia axial computadorizada (TAC)	11.811	22.968	73.142	146.709	181.487
Outra	1.040	2.093	6.893	14.303	18.303
Penetração Internamento/Urgência	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Penetração Externo/Consulta Externa	2,32%	4,18%	12,36%	22,98%	26,37%
Exames leiloados (Privado)	56.758	118.290	366.451	684.936	862.146
Angiografia	418	935	2.944	5.461	7.144
Ecografia	19.592	40.391	127.945	247.985	314.120
Exames radiológicos	23.527	50.796	155.319	280.436	355.308
Mamografia	3.157	5.707	16.306	28.868	32.568
Ressonância magnética	1.773	3.740	12.097	23.920	30.969
Tomografia axial computadorizada (TAC)	4.449	9.545	30.047	56.714	72.859
Outra	3.843	7.176	21.792	41.553	49.178
Penetração Internamento/Urgência	2,32%	4,18%	12,36%	22,98%	26,37%
Penetração Externo/Consulta Externa	2,32%	4,18%	12,36%	22,98%	26,37%

Em termos de exames, este cenário prevê a utilização do *broker* para uma percentagem que evolui dos 2% aos 25% dos exames realizados nas consultas externas do privado e nos exames efectuados externamente e nas consultas externas do público. Engloba ainda um

conjunto entre 2% a 25% de exames realizados no internamento e serviços de urgências do privado.

Em função destas taxas de adesão, o número de exames leiloados será o representado na Tabela 6.10:

Em termos percentuais face ao total de exames realizados a nível nacional, o número de exames realizados será o representado na Tabela 6.11:

Tabela 6.11: Percentagem de exames leiloados no *broker* no cenário intermédio.

	2011	2012	2013	2014	2015
Exames leiloados (total)	1,18%	2,23%	6,64%	12,19%	14,37%
Angiografia	1,51%	3,12%	9,36%	16,75%	20,64%
Ecografia	1,77%	3,33%	9,87%	18,15%	21,26%
Exames radiológicos	0,90%	1,74%	5,15%	9,37%	11,09%
Mamografia	2,24%	4,14%	12,31%	22,86%	26,70%
Ressonância magnética	1,89%	3,49%	10,30%	18,91%	21,94%
Tomografia axial computadorizada (TAC)	1,24%	2,32%	6,84%	12,55%	14,60%
Outra	1,36%	2,41%	6,99%	12,73%	14,40%

Isto significa que teremos até um total de 14,4% dos exames efectuados a nível nacional a fluir pelo *broker*. Recorrendo aos cálculos do capítulo 3, verificamos que cerca de 30% dos exames são realizados no Interior do país, o que faz com que este cenário possa resolver até 50% dessas necessidades, mantendo-se todas as outras condições iguais.

Em termos gráficos, verifica-se mais uma vez que o número de exames evolui de acordo com a curva em S, prevista inicialmente, conforme se pode constatar na Figura 6.15.

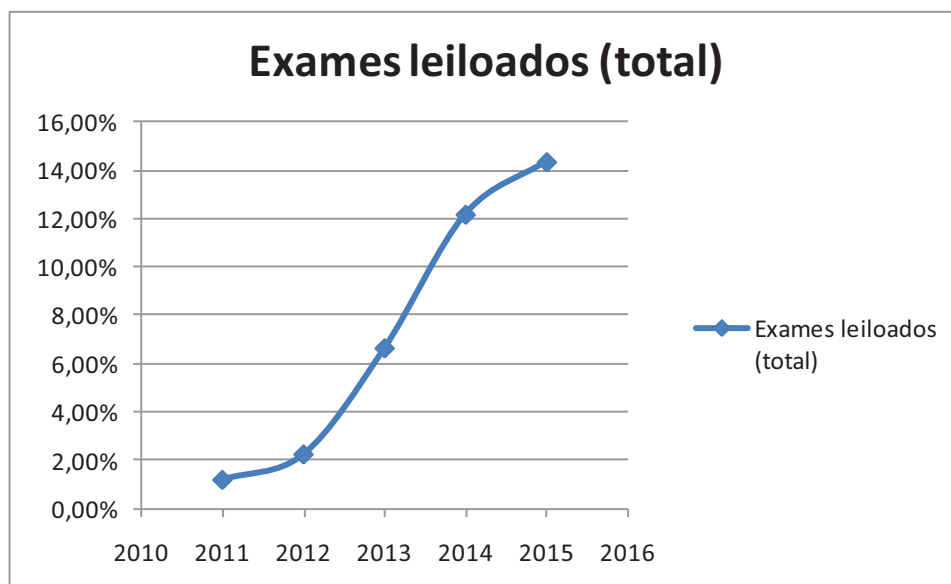


Figura 6.15: Percentagem de exames leiloados face ao total de exames realizados no cenário intermédio.

Em termos de evolução de número de exames, e desagregando o número de exames no cenários intermédio, teremos o seguinte panorama:

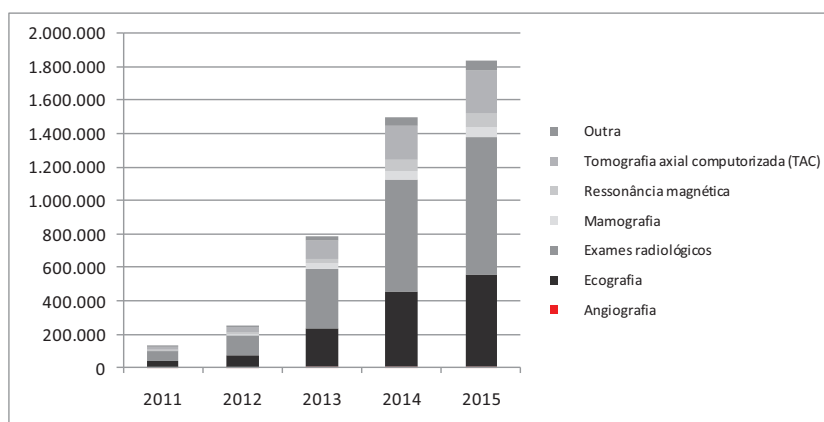


Figura 6.16: Evolução do número de exames negociados no broker entre 2011 e 2015 num cenário de evolução intermédio.

### 6.3.2.3 Modelação de necessidades de tráfego

Para efeitos de modelação de necessidades de tráfego foi considerado que teremos os exames distribuídos proporcionalmente com a concentração de equipamento ao longo do país, sendo de admitir a possibilidade de existir um desvio dada a utilização preferencial deste sistema por parte das populações residentes no interior e que corresponderão a cerca de um terço dos exames realizados, conforme tivemos oportunidade de verificar.

Tabela 6.12: Matriz inicial para determinação de volume de informação envolvido na realização de exames imagiológicos.

IMAGE ARCHIVE SIZE CALCULATION Ano X

Modaliade	Nº Pixeis	Nº Linhas	Profundidade Byte de Output	Tamanho da imagem (MB)	Nº de imagens por exame	Nº de filmes por exame	Nº de exames por dia	Nº de exames por ano	MB produzidos por dia	GB/ano	TB/ano
TAC Multi Slice	512	512	2	0,50000	2000	33	0	0	0	0	0
TAC	512	512	2	0,50000	300	5	0	0	0	0	0
RM	256	256	2	0,12500	300	5	0	0	0	0	0
RM-Novas versões	512	512	2	0,50000	300	5	0	0	0	0	0
RM	512	512	2	0,50000	300	5	0	0	0	0	0
Fluoroscopia Digital	1024	1024	1	1,00000	0	0	0	0	0	0	0
Radiologia Convencional	2048	2560	2	10,00000	3	3	0	0	0	0	0
Radiologia Convencional	2048	2560	2	10,00000	3	2	0	0	0	0	0
Ecografia Cores	640	480	3	0,87891	90	2	0	0	0	0	0
Ecografia	640	480	1	0,29297	90	2	0	0	0	0	0
DEXA	1024	1024	1	1,00000	5	0	0	0	0	0	0
Medicina Nuclear	64	64	1	0,00391	5	0	0	0	0	0	0
PET	1024	1024	3	3,00000	90	2	0	0	0	0	0
PET Full body	1000	500	3	1,43051	90	2	0	0	0	0	0
Mamografia digital	5000	5000	2	47,68372	4	0	0	0	0	0	0
Película digitalizada	2048	2560	2	10,00000	1	0	0	0	0	0	0
Radiografia Directa	4000	5000	2	38,14697	3	0	0	0	0	0	0

Para determinação do tráfego gerado por cada um dos exames, foi utilizada a matriz de cálculo representada na Tabela 6.12, que nos dá o volume de informação que se encontra associado a cada um dos tipos de exame e permite quantificar o volume total de

informação gerado, mediante a aplicação a cada um dos cenários, e em cada um dos anos, do volume de exames respectivo.

Com a utilização desta matriz obtemos as necessidades em termos de largura de banda para os utilizadores (médicos clínica geral, radiologista e *broker*), bem como a capacidade de armazenamento necessária por parte do *data center* em termos anuais para suportar o funcionamento do sistema em termos de *near line* (com acesso a arquivo de um ano) e um arquivo *long term* que arquiva todas as interações anteriores.

De notar que foi tomado em consideração que o tráfego entre os clientes e o *broker* se processaria preferencialmente durante a hora de expediente (8 horas) nos dias úteis, sendo que a capacidade instalada suporta as restantes 16 horas e o funcionamento durante feriados e fins-de-semana.

Assim, para o cenário pessimista, teremos as necessidades identificadas na Tabela 6.13:

Tabela 6.13: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do *data center* no cenário pessimista.

Necessidades de LB	2011	2012	2013	2014	2015
MCG (Mbps)	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07
Broker (Mbps)	5,92	10,83	31,71	60,94	75,52
Radiologista (Mbps)	1,23	1,25	1,24	1,27	1,36
Data Center (TB)					
Near Line	5,41	9,90	28,98	55,70	69,03
Long Term	0,00	5,41	15,31	44,29	99,99

Para o cenário optimista teremos as necessidades em termos de capacidade de largura de banda e armazenamento identificadas na Tabela 6.14:

Tabela 6.14: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do *data center* no cenário optimista.

Necessidades de LB	2011	2012	2013	2014	2015
MCG (Mbps)	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
Broker (Mbps)	199,08	281,65	606,10	1.052,48	1.278,51
Radiologista (Mbps)	1,14	1,28	1,45	1,54	1,65
Data Center (TB)					
Near Line	181,97	257,44	554,01	962,03	1.168,64
Long Term	0,00	181,97	439,42	993,43	1.955,46

Finalmente no cenário intermédio, teremos as necessidades identificadas na Tabela 6.15:

Tabela 6.15: Necessidades de largura de banda por utilizador e de armazenamento do *data center* no cenário intermédio.

Necessidades de LB	2011	2012	2013	2014	2015
MCG (Mbps)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
Broker (Mbps)	24,34	48,36	152,36	298,11	370,60
Radiologista (Mbps)	0,54	0,71	0,91	1,00	1,08
Data Center (TB)					
Near Line	22,25	44,20	139,27	272,49	338,75
Long Term	22,25	66,45	205,72	478,21	816,96

Em termos de utilização de largura de banda, temos que quer os médicos de clínica geral quer os radiologistas não têm, em média, grandes necessidades de largura de banda, podendo aceder ao sistema com um acesso básico ADSL de 2Mbps, conforme podemos ver na Figura 6.17.

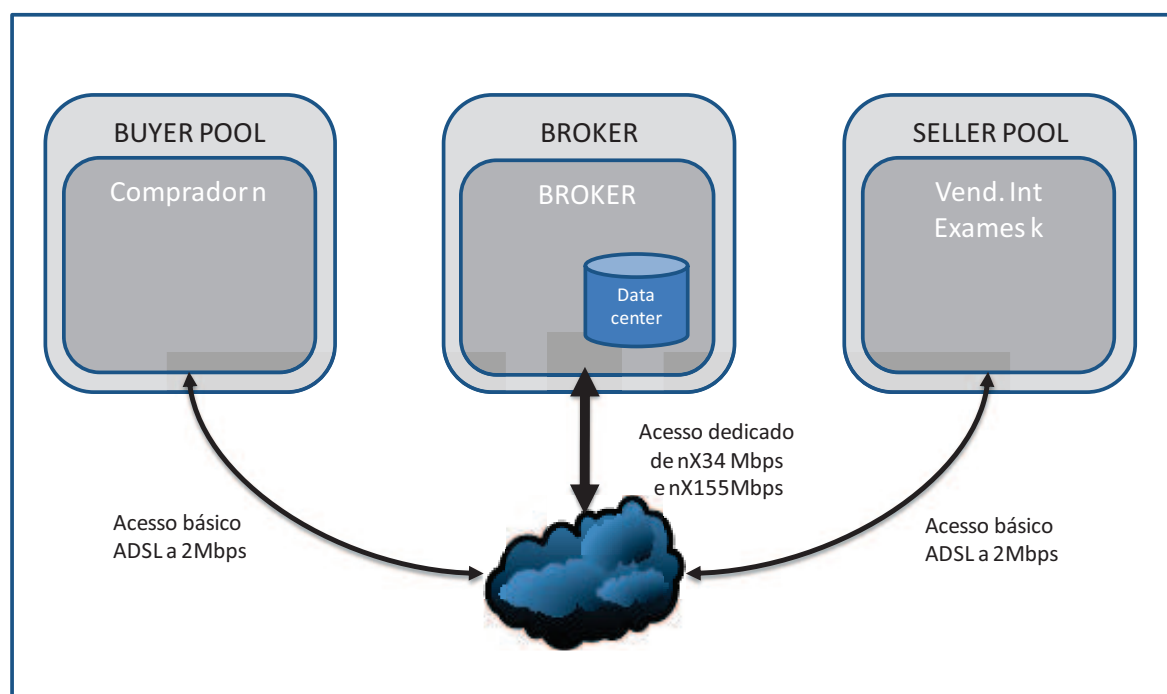


Figura 6.17: Esboço inicial de arquitectura de rede e data center do sistema a ser implementado.

De notar que, de acordo com o modelo criado, os custos associados das ligações do comprador e do vendedor ao sistema ficarão a cargo destes, não resultando num encargo para a entidade gestora do broker.

Por outro lado, o sistema de comunicações do *broker* já terá que ser dimensionando de acordo com as necessidades de largura de banda, com ligações dedicadas em múltiplos de de 34 e 155 Mbps.

Este facto faz com que exista um impacto significativo em termos de custos sobre o funcionamento do sistema, que passaremos a analisar na subsecção seguinte.

### 6.3.2.4 Modelação de custos de telecomunicações

Tendo como base os preços praticados pela Portugal Telecom na sua oferta grossista não regulada para 2, 34 e 155 Mbps, estipulados no documento de Oferta de Referência de Circuitos Alugados (ORCA), foi arbitrado que apenas os custos de comunicações do *data center* ficariam a cargo da entidade gestora do *broker*, ficando os custos de comunicações dos médicos de clínica geral e radiologistas a cargo dos mesmos.

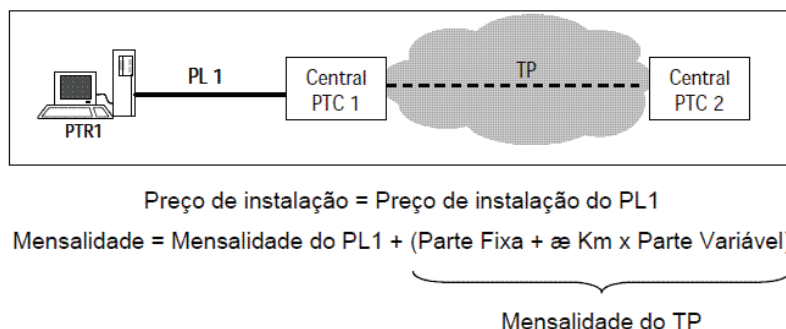


Figura 6.18: Diagrama exemplificativo da aplicação de preços em circuitos de interligação.

De acordo com as regras de ORCA, foi definido que o *data center* ficará a um máximo de 10 quilómetros do ponto de acesso à central de telecomunicações, o que significa que os encargos com a infra-estrutura se decompõem da seguinte forma: Custo inicial de instalação em *one time fee*, seguido de uma mensalidade pelo PL (ligação local), e uma ligação à central que se decompõe numa parte fixa indexada à distância (designada por TPFixo@10Km) e uma parte variável indexada à distância (designada por TP Var@10Km).

Tabela 6.16: Projectão de evolução de custos de componentes da infra-estrutura de telecomunicações a 2, 34 e 155 Mbps [184].

Custos telecoms	2011	2012	2013	2014	2015
<b>2Mbps - Grossista</b>					
Instalação	822,40 €	838,85 €	855,62 €	872,74 €	890,19 €
PL	83,62 €	85,29 €	87,00 €	88,74 €	90,51 €
TP Fixo@10Km	78,61 €	80,18 €	81,79 €	83,42 €	85,09 €
TP Var@10Km	19,78 €	20,18 €	20,58 €	20,99 €	21,41 €
<b>34Mbps - Grossista</b>					
Instalação	1.072,40 €	1.093,85 €	1.115,72 €	1.138,04 €	1.160,80 €
PL	619,79 €	632,19 €	644,83 €	657,73 €	670,88 €
TP Fixo@10Km	582,61 €	594,26 €	606,15 €	618,27 €	630,64 €
TP Var@10Km	146,57 €	149,50 €	152,49 €	155,54 €	158,65 €
<b>155Mbps - Grossista</b>					
Instalação	1.572,40 €	1.603,85 €	1.635,92 €	1.668,64 €	1.702,02 €
PL	1.108,80 €	1.130,98 €	1.153,60 €	1.176,67 €	1.200,20 €
TP Fixo@10Km	1.042,27 €	1.063,12 €	1.084,38 €	1.106,07 €	1.128,19 €
TP Var@10Km	262,23 €	267,47 €	272,82 €	278,28 €	283,85 €
Actualização	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%

Admitindo que os preços indicados no último documento da ORCA de Março 2008 [184] se mantêm válidos, foi efectuada a seguinte estimativa de preços, com uma actualização anual de 2%, representado na Tabela 6.16:

Aplicando estes preços para o cenário pessimista, teremos os custos representados na Tabela 6.17:

Tabela 6.17: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário pessimista.

Pessimista	2011	2012	2013	2014	2015
Médicos clinica geral aderentes	91	166	498	950	1.120
<b>Penetração</b>	<b>0,6%</b>	<b>1,0%</b>	<b>3,0%</b>	<b>5,5%</b>	<b>6,3%</b>
Radiologistas aderentes	5	9	26	48	56
<b>Penetração</b>	<b>0,6%</b>	<b>1,0%</b>	<b>3,0%</b>	<b>5,5%</b>	<b>6,3%</b>
MCG (Mbps)	0,06510	0,06522	0,06369	0,06417	0,06743
Broker (Mbps)	5,91719	10,82748	31,70617	60,93880	75,52475
Radiologista (Mbps)	1,23172	1,25277	1,24220	1,27107	1,35649
Número de instalações 34 Mbps	1	0	0	1	0
Número de instalações 155 Mbps	0	0	0	0	0
Número de subscrições 34 Mbps	1	1	1	2	2
Número de subscrições 155 Mbps	0	0	0	0	0
Encargos 34 Mbps	33.089,60 €	32.657,54 €	33.310,69 €	69.091,86 €	69.312,89 €
Encargos 155 Mbps	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Custos totais anuais em comunicações	33.089,60 €	32.657,54 €	33.310,69 €	69.091,86 €	69.312,89 €

No cenário intermédio, teremos os custos representados na Tabela 6.18:

Tabela 6.18: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário intermédio.

Normal	2011	2012	2013	2014	2015
Médicos clinica geral aderentes	859	1.306	3.251	5.897	6.901
<b>Penetração</b>	<b>5,4%</b>	<b>8,1%</b>	<b>19,5%</b>	<b>34,4%</b>	<b>39,1%</b>
Radiologistas aderentes	45	68	167	298	343
<b>Penetração</b>	<b>5,4%</b>	<b>8,1%</b>	<b>19,5%</b>	<b>34,4%</b>	<b>39,1%</b>
MCG (Mbps)	0,02835	0,03702	0,04686	0,05056	0,05370
Broker (Mbps)	24,33954	48,35777	152,36489	298,11292	370,59659
Radiologista (Mbps)	0,53638	0,71115	0,91399	1,00136	1,08030
Número de instalações 34 Mbps	1	1	0	0	0
Número de instalações 155 Mbps	0	0	1	1	1
Número de subscrições 34 Mbps	1	2	0	0	0
Número de subscrições 155 Mbps	0	0	1	2	3
Encargos 34 Mbps	33.089,60 €	66.408,94 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Encargos 155 Mbps	0,00 €	0,00 €	61.230,49 €	123.241,57 €	187.708,59 €
Custos totais anuais em comunicações	33.089,60 €	66.408,94 €	61.230,49 €	123.241,57 €	187.708,59 €

E no cenário optimista, teremos os custos representados na Tabela 6.19:

Tabela 6.19: Estimativa de custos totais anuais em comunicações para cenário optimista.

Optimista	2011	2012	2013	2014	2015
Médicos clinica geral aderentes	3.293	4.234	8.170	13.508	15.567
Penetração	20,9%	26,1%	49,0%	78,8%	88,2%
Radiologistas aderentes	174	220	419	682	774
Penetração	20,9%	26,1%	49,0%	78,8%	88,2%
MCG (Mbps)	0,06045	0,06653	0,07418	0,07791	0,08213
Broker (Mbps)	199,08181	281,64627	606,10117	1.052,47999	1.278,51055
Radiologista (Mbps)	1,14379	1,27789	1,44686	1,54319	1,65225
Número de instalações 34 Mbps	0	0	0	0	0
Número de instalações 155 Mbps	2	0	2	3	2
Número de subscrições 34 Mbps	0	0	0	0	0
Número de subscrições 155 Mbps	2	2	4	7	9
Encargos 34 Mbps	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Encargos 155 Mbps	117.705,68 €	116.852,10 €	241.650,13 €	430.511,16 €	561.423,75 €
Custos totais anuais em comunicações	117.705,68 €	116.852,10 €	241.650,13 €	430.511,16 €	561.423,75 €

Efectuando uma análise com base no custo por Mbps por ano temos o cenário descrito na Tabela 6.20:

Tabela 6.20: Estimativa de custo por Mbps anual em cada um dos cenários considerados.

Custo por Mbps por ano	2011	2012	2013	2014	2015
Cenário pessimista	5.592,11 €	3.016,17 €	1.050,61 €	1.133,79 €	917,75 €
Cenário intermédio	1.359,50 €	1.373,28 €	401,87 €	413,41 €	506,50 €
Cenário optimista	591,24 €	414,89 €	398,70 €	409,04 €	439,12 €

Onde se observa um efeito de escala, tanto a nível de cenário, com o aumento da dimensão e número de exames, como com o crescimento do mercado a potenciar um melhor aproveitamento da capacidade instalada e uma diminuição do custo por Mbps das comunicações instaladas, conforme pode ser observado na seguinte figura.

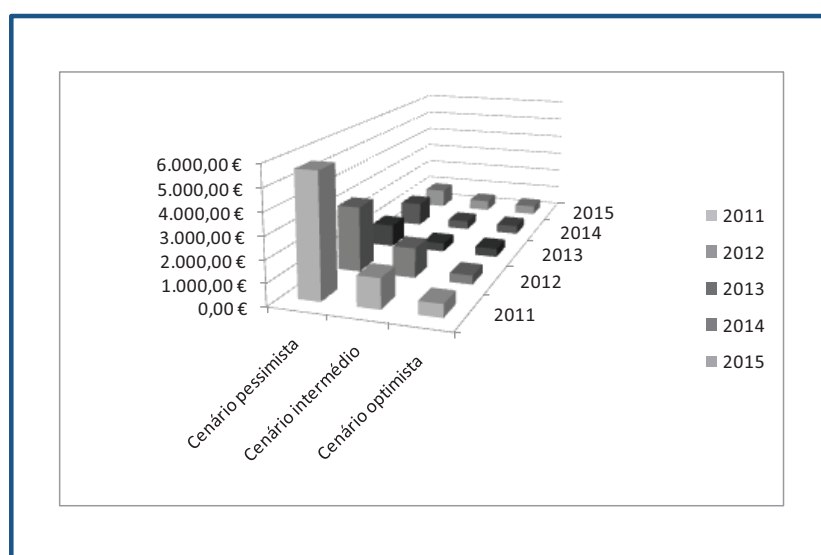


Figura 6.19: Evolução do custo por Mbps em cada ano em cada um dos cenários considerados.

Temos agora disponível uma base de trabalho para calcular os custos de comunicações para o *broker* num modelo tradicional, sendo que mais à frente iremos analisar a



possibilidade de ter o *broker* localizado num servidor externo fornecido pela *Amazon Web Services*.

### 6.3.2.5 Modelação de preços de exames praticados

Foi tomado como base os preços praticados convencionados em articulação com o Serviço Nacional de Saúde [185], e apesar da disparidade de preços praticados para as diferentes opções, variações e modalidades disponíveis, conseguiu-se chegar a um preço de referência genérico, resultante de um valor médio para todas as variantes consideradas, sendo considerado que anualmente existe um aumento de 2% que faz com que tenhamos a evolução de preços representada na Tabela 6.21:

Tabela 6.21: Estimativa de evolução de preços para realização de exames de imagiologia no Serviço Nacional de Saúde em convenção.

	2011	2012	2013	2014	2015
	Total	Total	Total	Total	Total
Imagiologia					
Angiografia	125,00 €	127,50 €	130,05 €	132,65 €	135,30 €
Ecografia	25,00 €	25,50 €	26,01 €	26,53 €	27,06 €
Exames radiológicos	10,00 €	10,20 €	10,40 €	10,61 €	10,82 €
Mamografia	20,00 €	20,40 €	20,81 €	21,22 €	21,65 €
Ressonância magnética	165,00 €	168,30 €	171,67 €	175,10 €	178,60 €
Tomografia axial computadorizada (TAC)	120,00 €	122,40 €	124,85 €	127,34 €	129,89 €
Outra	40,00 €	40,80 €	41,62 €	42,45 €	43,30 €

Considerando que existe um sistema de convenção que implica um co-pagamento por parte do utente do SNS, este foi estruturado da forma representada na Tabela 6.22:

Tabela 6.22: Estimativa de preços e co-pagamentos para as convenções do SNS em 2011 e sua proporção percentual.

	2011			
	Total	SNS	CoPag	%
Imagiologia				
Angiografia	125,00 €	109,38 €	15,63 €	87,5 - 12,5
Ecografia	25,00 €	21,25 €	3,75 €	85 - 15
Exames radiológicos	10,00 €	7,50 €	2,50 €	75 - 25
Mamografia	20,00 €	18,00 €	2,00 €	90 - 10
Ressonância magnética	165,00 €	132,00 €	33,00 €	80 - 20
Tomografia axial computadorizada (TAC)	120,00 €	102,00 €	18,00 €	85 - 15
Outra	40,00 €	32,00 €	8,00 €	80 - 20

Foi considerado que o sistema de leilão consegue aplicar um desconto  $\delta$  de 17,5% sobre o co-pagamento no caso pessimista sobre o preço geralmente praticado, no caso considerado mais realista foi admitido um desconto  $\delta$  de 15% e de 12,5% no caso mais optimista, e que é mantido este cenário ao longo dos 5 anos da simulação.

Foi ainda considerado que os factores  $\alpha$  (*Broker*),  $\beta$  (*Radiologista*),  $\gamma$  (*MCG*) e  $\varepsilon$  (*Financiador*) encontram-se distribuídos de acordo com as figuras, não tendo sido analisado o cenário em que o financiador reembolsa o paciente com o factor  $\eta$ .

Quanto ao valor das *fees*, nos casos pessimista e optimista optou-se por tornar o sistema de livre acesso, com um valor especificado anteriormente da *fee* para o cenário normal, conforme representado na Tabela 6.23:

Tabela 6.23: Identificação de *fees* e factores de distribuição entre os participantes nos diferentes cenários.

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Percentagem de distribuição por participante (Pessimista)</b>	17,50%	17,50%	17,50%	17,50%	17,50%
Broker	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
Financiador	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
MCG	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Radiologista	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Fee MCG participante (Pessimista)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Fee Radiologista participante (Pessimista)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Percentagem de distribuição por participante (Normal)</b>	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Broker	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%	50,00%
Financiador	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
MCG	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Radiologista	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Fee MCG participante (Normal)	10,00 €	10,20 €	10,40 €	10,61 €	10,82 €
Fee Radiologista participante (Normal)	300,00 €	306,00 €	312,12 €	318,36 €	324,73 €
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Percentagem de distribuição por participante (Optimista)</b>	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%	12,50%
Broker	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%	30,00%
Financiador	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%
MCG	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Radiologista	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%
Fee MCG participante (Optimista)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Fee Radiologista participante (Optimista)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

### 6.3.2.6 Custos de desenvolvimento de *software* e manutenção

Para avaliação dos custos de desenvolvimento da aplicação anteriormente apresentada, foi estimado que será necessário o equivalente 420 homens.dia para efectuar o desenvolvimento inicial do sistema, necessitando de 160 homens.dia em cada ano subsequente para garantir a manutenção do sistema.

Ao fim de três anos será necessário efectuar uma revisão completa do sistema, necessitando desta forma de 280 homens.dia para executar o trabalho, sendo subsequentemente retomado o esquema de manutenção de 160 homens.dia por ano.

Em termos de assistência técnica aos utilizadores, foi arbitrado que existirá um técnico de assistência por cada mil utilizadores, o que penalizará o cenário mais pessimista (dado que obriga à contratação de um técnico para um número relativamente pequeno de

utilizadores), sendo também mais exigente no caso optimista devido ao grande número de utilizadores envolvido, conforme se pode verificar na Tabela 6.24.

Tabela 6.24: Projectão de custos de desenvolvimento e manutenção do sistema nos diferentes cenários.

	2011	2012	2013	2014	2015
Custo Desenvolvimento (€)	216.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Custo Actualização (€)	0,00 €	90.200,00 €	99.220,00 €	191.664,00 €	120.056,20 €
Total Anual Desenvolvimento e Actualização (€)	216.000,00 €	90.200,00 €	99.220,00 €	191.664,00 €	120.056,20 €
Total Acumulado Desenvolvimento e Actualização (€)	216.000,00 €	306.200,00 €	405.420,00 €	597.084,00 €	717.140,20 €
Custo Manutenção Pessimista (€)	20.800,00 €	21.216,00 €	21.640,32 €	22.073,13 €	45.029,18 €
Custo Manutenção Normal (€)	20.800,00 €	42.432,00 €	86.561,28 €	154.511,88 €	180.116,71 €
Custo Manutenção Optimista(€)	83.200,00 €	106.080,00 €	194.762,88 €	331.096,90 €	382.748,01 €

### 6.3.2.7 Data center próprio versus outsourced

Face à dimensão díspar dos valores de tráfego e de arquivo de imagens obtido, foi analisada a possibilidade de, em vez de possuir um *data center* próprio em modo co-localização, subcontratar o mesmo a uma entidade terceira.

Foi efectuada uma pesquisa e a selecção recaiu sobre a oferta proporcionada pelo *Amazon Elastic Cloud Compute* (<http://aws.amazon.com/ec2/>) em conjunto com o *Amazon Simple Storage Service* (<http://aws.amazon.com/s3/>), que igualmente disponibilizam uma calculadora que permite efectuar a comparação entre ambas as soluções ([http://media.amazonwebservices.com/Amazon\\_EC2\\_Cost\\_Comparison\\_Calculator.xls](http://media.amazonwebservices.com/Amazon_EC2_Cost_Comparison_Calculator.xls)).

A arquitectura baseada na AWS EC2/S3 terá a configuração representada na Figura 6.20, com o broker apenas garantindo a realização do leilão, ficando o armazenamento das imagens no AWS/EC2/S3.

A arquitectura baseada em co-localização terá a configuração já apresentada anteriormente, sendo que se admite para efeitos de cálculo que o *data center* se encontra co-localizado com outros serviços para uma maior racionalização de custos. Sendo assim, teremos a arquitectura do sistema com base em co-localização representado na Figura 6.21.

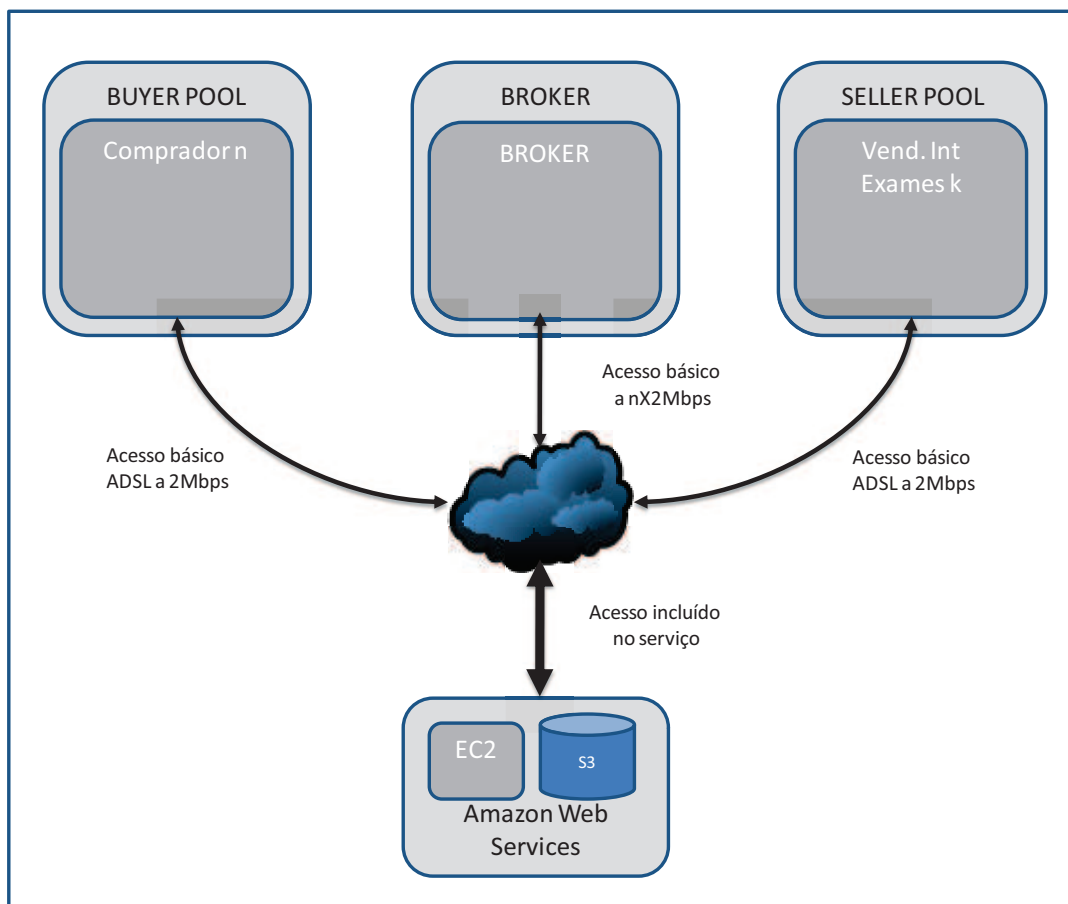


Figura 6.20: Arquitectura do sistema com base na implementação em AWS/EC2/S3.

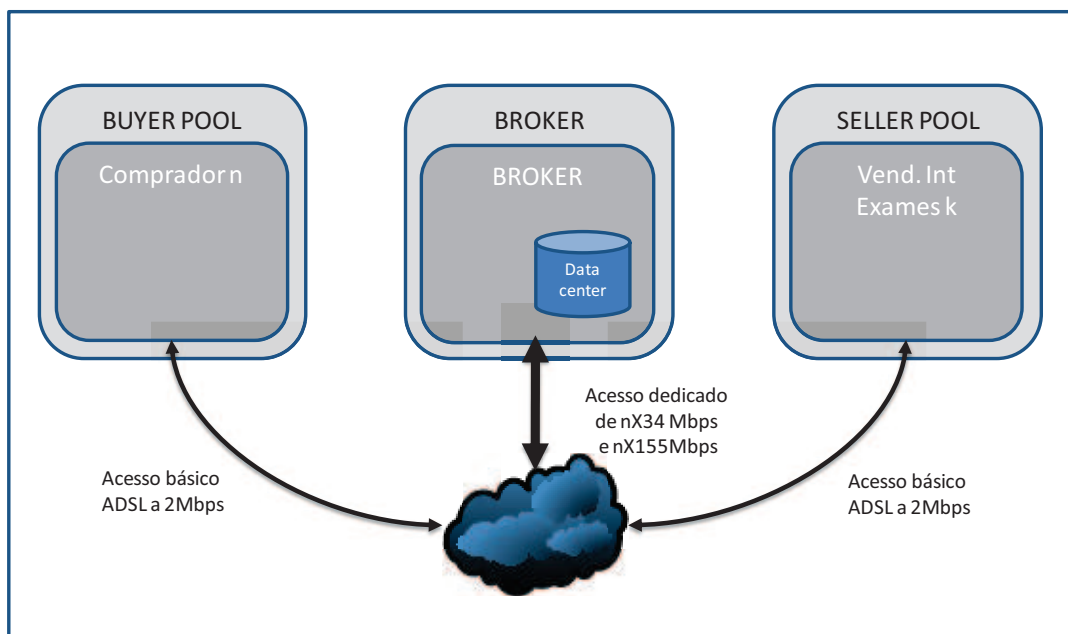


Figura 6.21: Arquitectura do sistema com base na implementação em co-localização do data center.

Tendo em conta ambas as soluções, para o cenário pessimista teremos a estrutura de custos da Tabela 6.25 para implementação do *data center* do *broker*:

Tabela 6.25: Estrutura de custos para implementação do *data center* do *broker* no cenário pessimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker versão AWS</b>	243.868 €	121.175 €	143.100 €	253.916 €	217.654 €
Infra-estrutura de telecom	429 €	3.120 €	15.600 €	33.540 €	40.950 €
Dados tráfego (GB/mês)	461,40	844,28	2.472,32	4.751,76	5.889,12
Custo Tráfego AWS	429 €	3.120 €	15.600 €	33.540 €	40.950 €
Custo Tráfego Rad	24.706 €	41.307 €	129.173 €	239.374 €	267.255 €
Data Center	6.639 €	6.639 €	6.639 €	6.639 €	11.619 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	0,45	0,82	2,42	4,64	5,75
Dados armazenados long term (TB/mês)	0,00	5,41	15,31	44,29	99,99
Custo Data Center AWS	6.639 €	6.639 €	6.639 €	6.639 €	11.619 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custos Manutenção	20.800 €	21.216 €	21.640 €	22.073 €	45.029 €
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker versão Co-Location</b>	278.091 €	152.275 €	162.372 €	291.030 €	246.700 €
Infra-estrutura de telecom	33.090 €	32.658 €	33.311 €	69.092 €	69.313 €
Dados tráfego (GB/mês)	461,40	844,28	2.472,32	4.751,76	5.889,12
Custo Tráfego	33.090 €	32.658 €	33.311 €	69.092 €	69.313 €
Data Center	8.201 €	8.201 €	8.201 €	8.201 €	12.302 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	0,45	0,82	2,42	4,64	5,75
Dados armazenados long term (TB/mês)	0,00	5,41	15,31	44,29	99,99
Custo Data Center Co-Location	8.201 €	8.201 €	8.201 €	8.201 €	12.302 €
Servidores	1.935 €	1.935 €	1.935 €	1.935 €	2.903 €
Rede	387 €	387 €	387 €	387 €	581 €
Manutenção Infra-estrutura	697 €	697 €	697 €	697 €	1.045 €
OS-Linux	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Co-localização	5.152 €	5.152 €	5.152 €	5.152 €	7.728 €
Reparações remotas	30 €	30 €	30 €	30 €	45 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custos Manutenção	20.800 €	21.216 €	21.640 €	22.073 €	45.029 €

Conforme o pressuposto inicial, é mais vantajoso instalar o *data center* do *broker* na oferta da *Amazon Web Services* e o respectivo tráfego do que criar e manter um *data center* em modo de co-localização, tendo em conta o cenário pessimista e o respectivo baixo volume de dados envolvido ao longo do tempo.

Para o cenário normal, teremos a estrutura de custos da Tabela 6.26.

Tabela 6.26: Estrutura de custos para implementação do *data center* do *broker* no cenário intermédio.

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker AWS</b>	258.259 €	170.471 €	305.094 €	579.886 €	591.082 €
Infra-estrutura de telecom	14.820 €	31.200 €	92.755 €	180.595 €	224.515 €
Dados tráfego (GB/mês)	1.897,90	3.770,75	11.880,80	23.245,65	28.897,64
Custo Trafego AWS	14.820 €	31.200 €	92.755 €	180.595 €	224.515 €
Custo Trafego Rad	233.366 €	318.636 €	833.769 €	1.479.265 €	1.644.635 €
Data Center	6.639 €	6.639 €	26.557 €	53.115 €	66.394 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	1,85	3,68	11,61	22,71	28,23
Dados armazenados long term (TB/mês)	22,25	66,45	205,72	478,21	816,96
Custo Data Center AWS	6.639 €	6.639 €	26.557 €	53.115 €	66.394 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custo Manutenção Normal (€)	20.800 €	42.432 €	86.561 €	154.512 €	180.117 €
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker versão Co-Location</b>	278.091 €	207.242 €	279.448 €	534.290 €	569.157 €
Infra-estrutura de telecom	33.090 €	66.409 €	61.230 €	123.242 €	187.709 €
Dados tráfego (GB/mês)	1.897,90	3.770,75	11.880,80	23.245,65	28.897,64
Custo Trafego	33.090 €	66.409 €	61.230 €	123.242 €	187.709 €
Data Center	8.201 €	8.201 €	32.436 €	64.873 €	81.275 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	1,85	3,68	11,61	22,71	28,23
Dados armazenados long term (TB/mês)	22,25	66,45	205,72	478,21	816,96
Custo Data Center Co-Location	8.201 €	8.201 €	32.436 €	64.873 €	81.275 €
Servidores	1.935 €	1.935 €	7.741 €	15.483 €	19.353 €
Rede	387 €	387 €	1.548 €	3.097 €	3.871 €
Manutenção Infra-estrutura	697 €	697 €	2.787 €	5.574 €	6.967 €
OS-Linux	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Co-localização	5.152 €	5.152 €	20.240 €	40.480 €	50.784 €
Reparações remotas	30 €	30 €	120 €	240 €	300 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custo Manutenção Normal (€)	20.800 €	42.432 €	86.561 €	154.512 €	180.117 €

Com base neste cenário, será mais vantajoso o *outsourcing* do *data center* nos dois primeiros anos, passando no terceiro ano (e seguintes) a ser mais vantajoso a co-localização do *data center* em instalações próprias, em função da evolução do volume de dados que o sistema armazena e faz circula entre os participantes.

Finalmente, no cenário optimista, teremos a estrutura de custos representada na Tabela 6.27.

Tabela 6.27: Estrutura de custos para implementação do *data center* do *broker* no cenário otimista.

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker AWS</b>	475.711 €	429.990 €	756.488 €	1.320.586 €	1.440.026 €
Infra-estrutura de telecom	136.675 €	180.595 €	356.275 €	611.923 €	718.123 €
Dados tráfego (GB/mês)	15.523,60	21.961,65	47.261,35	82.068,18	99.693,14
Custo Tráfego AWS	136.675 €	180.595 €	356.275 €	611.923 €	718.123 €
Custo Tráfego Rad	895.124 €	1.010.126 €	2.052.793 €	3.356.533 €	3.700.379 €
Data Center	39.836 €	53.115 €	106.230 €	185.902 €	219.099 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	15,16	21,45	46,17	80,17	97,39
Dados armazenados long term (TB/mês)	0,00	181,97	439,42	993,43	1.955,46
Custo Data Center AWS	39.836 €	53.115 €	106.230 €	185.902 €	219.099 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custo Manutenção Optimista(€)	83.200 €	106.080 €	194.763 €	331.097 €	382.748 €
	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Custos Broker versão Co-Location</b>	465.744 €	378.005 €	665.379 €	1.180.327 €	1.331.553 €
Infra-estrutura de telecom	117.706 €	116.852 €	241.650 €	430.511 €	561.424 €
Dados tráfego (GB/mês)	15.523,60	21.961,65	47.261,35	82.068,18	99.693,14
Custo Tráfego	117.706 €	116.852 €	241.650 €	430.511 €	561.424 €
Data Center	48.839 €	64.873 €	129.746 €	227.055 €	267.325 €
Dados armazenados near line (TB/mês)	15,16	21,45	46,17	80,17	97,39
Dados armazenados long term (TB/mês)	0,00	181,97	439,42	993,43	1.955,46
Custo Data Center Co-Location	48.839 €	64.873 €	129.746 €	227.055 €	267.325 €
Servidores	11.612 €	15.483 €	30.965 €	54.189 €	63.866 €
Rede	2.322 €	3.097 €	6.193 €	10.838 €	12.773 €
Manutenção Infra-estrutura	4.180 €	5.574 €	11.148 €	19.508 €	22.992 €
OS-Linux	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Co-localização	30.544 €	40.480 €	80.960 €	141.680 €	166.704 €
Reparações remotas	180 €	240 €	480 €	840 €	990 €
Custos Desenvolvimento de SW e Integração	216.000 €	90.200 €	99.220 €	191.664 €	120.056 €
Custo Manutenção Optimista(€)	83.200 €	106.080 €	194.763 €	331.097 €	382.748 €

Neste cenário, dado os volumes de informação envolvidos, será mais vantajoso ter o *data center* a funcionar em modo de co-localização desde o início, sendo o funcionamento internalizado e mantido sob jurisdição da entidade gestora do *broker* a todo o tempo.

Resumindo os três cenários face aos resultados antes de juros, impostos, deduções e amortizações, teremos os resultados apresentados na Tabela 6.28:

Tabela 6.28: Resultados antes de juros, impostos, deduções e amortizações para os três cenários considerados.

Pessimista	2011	2012	2013	2014	2015
Receitas Broker	30.174 €	56.520 €	168.890 €	330.831 €	419.186 €
Custos Broker versão AWS	243.868 €	121.175 €	143.100 €	253.916 €	217.654 €
Custos Broker versão Co-Location	278.091 €	152.275 €	162.372 €	291.030 €	246.700 €
Resultado	-213.695 €	-64.656 €	25.791 €	76.915 €	201.532 €
Normal	2011	2012	2013	2014	2015
Receitas Broker	81.302 €	154.335 €	472.337 €	928.009 €	1.165.590 €
Custos Broker versão AWS	258.259 €	170.471 €	305.094 €	579.886 €	591.082 €
Custos Broker versão Co-Location	278.091 €	207.242 €	279.448 €	534.290 €	569.157 €
Resultado	-176.958 €	-16.137 €	192.889 €	393.719 €	596.433 €
Optimista	2011	2012	2013	2014	2015
Receitas Broker	237.742 €	343.194 €	753.671 €	1.329.757 €	1.645.147 €
Custos Broker versão AWS	475.711 €	429.990 €	756.488 €	1.320.586 €	1.440.026 €
Custos Broker versão Co-Location	465.744 €	378.005 €	665.379 €	1.180.327 €	1.331.553 €
Resultado	-228.002 €	-34.811 €	88.292 €	149.429 €	313.594 €

Dada a forma como se estruturou a concretização dos três cenários, obtemos um conjunto de resultados similares entre si, proporcionando a obtenção de resultados positivos a partir do terceiro ano de operações, conforme demonstrado na figura seguinte.

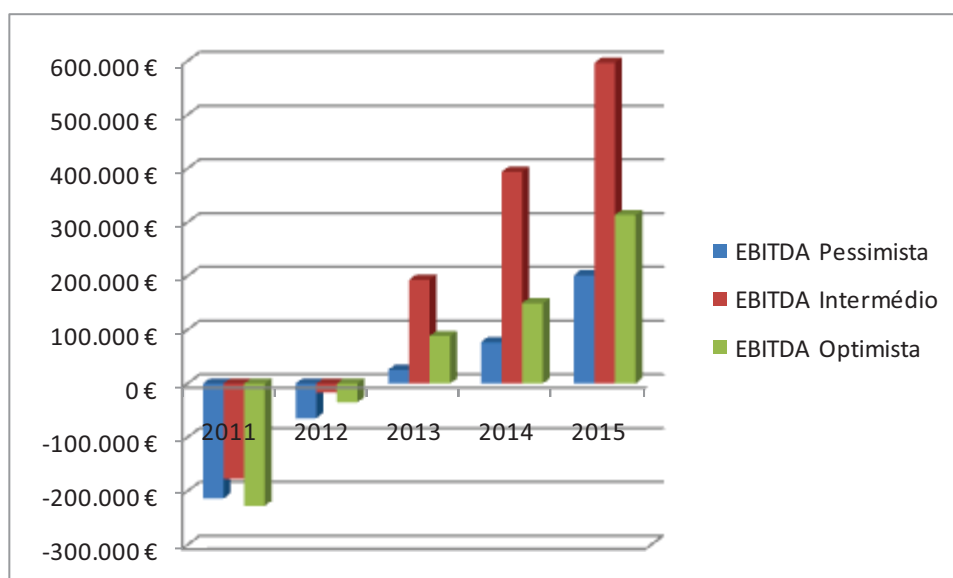


Figura 6.22: Evolução do EBITDA para os três cenários considerados ao longo dos cinco anos de projecto.

Como tal, iremos desenvolver o cenário intermédio para obter um maior detalhe em termos de plano de negócios, nomeadamente quanto a estrutura de custos de data center.



### 6.3.3 Plano de negócios para implementação do cenário intermédio

Tomando o cenário intermédio anteriormente apresentado, passamos a indicar o plano de negócios para a sua implementação num prazo de 5 anos tendo as seguintes linhas de orientação:

Existirá um ano 0 (zero) em que se procederá ao desenvolvimento de *software* e prototipagem inicial do sistema, sendo que só depois de se ter implementado uma versão estável do sistema se iniciarão as operações.

As receitas serão provenientes do que a entidade gestora do *broker* consegue reter depois de satisfazer todos os compromissos com os parceiros.

Toda a estrutura do *broker* é implementado tendo como base a sub-contratação, seja da capacidade de comunicações, seja do desenvolvimento de *software* e a sua actualização e manutenção. Igualmente, o mecanismo de *help desk* é implementado recorrendo à subcontratação dos profissionais.

O *data center* propriamente dito, enquanto é subcontratado à Amazon figurará como um fornecimento de serviços externos, ao passo que, depois de ser internalizado em modo de co-localização, a vertente de servidores e rede figurará como um investimento em equipamento básico, sendo o restante, manutenção, reparações e despesas com co-localização do servidor, considerado como um fornecimento de serviços externos.

Em termos de estrutura de pessoal, a organização operará desde o momento inicial com um director que acumulará a responsabilidade pela supervisão do desenvolvimento técnico e um responsável financeiro. Durante o terceiro ano, será contratado um comercial para assegurar a interligação com as entidades financiadoras e com os representantes dos médicos de clínica geral e os radiologistas.

Partindo de um capital social de 10.000€ (que deverá ser ajustado consoante a natureza jurídica final da organização a criar) e um empréstimo de 10.900€ amortizado em 4 anos, tendo, para além disso um valor de reserva de tesouraria de 23.400€ de forma a assegurar o funcionamento no primeiro ano e restantes, a organização terá a demonstração de resultados entre o ano 0 e o ano 5 expressa conforme a Tabela 6.29:

Tabela 6.29: Demonstração de resultados.

	0	1	2	3	4	5
Vendas		81.302	154.335	472.337	928.009	1.165.590
<b>Volume de Negócios</b>		<b>81.302</b>	<b>154.335</b>	<b>472.337</b>	<b>928.009</b>	<b>1.165.590</b>
<b>Margem Bruta de Contribuição</b>		<b>81.302</b>	<b>154.335</b>	<b>472.337</b>	<b>928.009</b>	<b>1.165.590</b>
FSE- Custos Fixos	216.000	132.459	179.491	362.603	444.103	425.876
<b>Resultado Económico</b>	<b>-216.000</b>	<b>-51.158</b>	<b>-25.157</b>	<b>109.735</b>	<b>483.906</b>	<b>739.713</b>
Custos com o Pessoal	34.230	39.557	40.743	59.955	61.214	62.510
<b>EBITDA</b>	<b>-250.230</b>	<b>-90.714</b>	<b>-65.900</b>	<b>49.780</b>	<b>422.692</b>	<b>677.203</b>
Amortizações			464	2.322	6.038	10.683
Provisões						
<b>EBIT</b>	<b>-250.230</b>	<b>-90.714</b>	<b>-66.365</b>	<b>47.458</b>	<b>416.654</b>	<b>666.520</b>
Custos Financeiros	12.644	18.566	23.213	22.593	3.442	142
Proveitos Financeiros						4.060
<b>RESULTADO FINANCEIRO</b>	<b>-12.644</b>	<b>-18.566</b>	<b>-23.213</b>	<b>-22.593</b>	<b>-3.442</b>	<b>3.918</b>
<b>RAI</b>	<b>-262.874</b>	<b>-109.280</b>	<b>-89.577</b>	<b>24.865</b>	<b>413.212</b>	<b>670.438</b>
Impostos sobre os lucros						161.696
<b>RESULTADO LÍQUIDO</b>	<b>-262.874</b>	<b>-109.280</b>	<b>-89.577</b>	<b>24.865</b>	<b>413.212</b>	<b>508.742</b>

No anexo C podem ser encontrados os seguintes elementos adicionais:

- Mapa de *cash flow* previsional;
- Plano de financiamento;
- Activo, passivo e capital próprio.

Em termos de avaliação e na perspectiva de projecto, teremos o resultado apresentado na Tabela 6.30:

Tabela 6.30: Avaliação na perspectiva de projecto.

Avaliação do Projecto / Empresa						
Na perspectiva do Projecto	0	1	2	3	4	5
Free Cash Flow to Firm	-187.683	-75.615	-52.488	23.116	282.289	475.422
WACC	13,00%	13,16%	13,15%	13,11%	15,41%	12,99%
Factor de actualização	1	1,132	1,280	1,448	1,671	1,888
Fluxos actualizados	-187.683	-66.821	-40.993	15.962	168.894	251.749
Discounted Cash Balance	-187.683	-254.503	-295.497	-279.535	-110.641	141.107
Valor Actual Líquido (VAL)	141.107					
Taxa Interna de Rentabilidade	10,13%					
Pay Back period	5 Anos					

Assim, teremos um valor actualizado líquido de 141.107€, com uma taxa interna de rentabilidade de 10,13%, sendo o retorno do investimento alcançado após 5 anos, conforme demonstrado na figura seguinte.

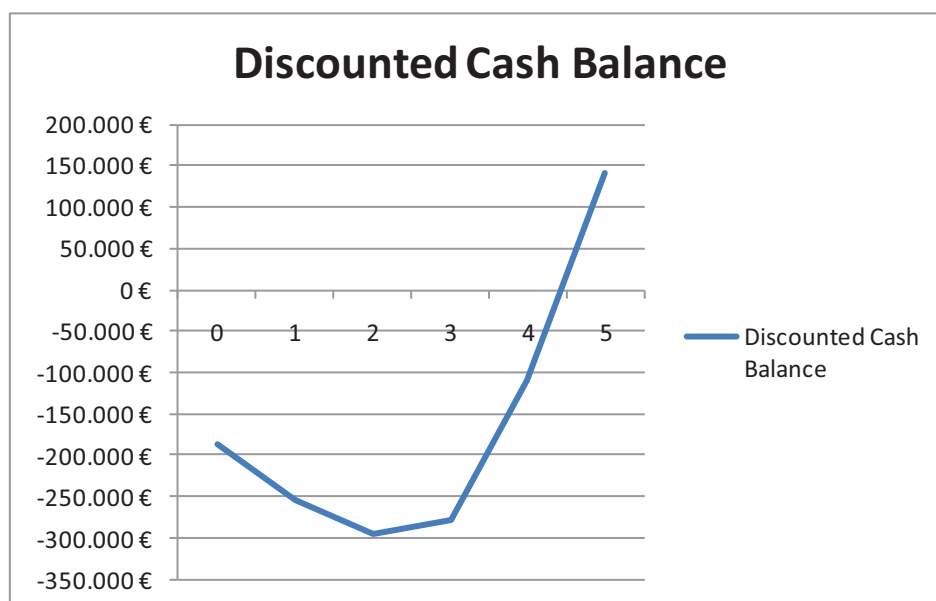


Figura 6.23: *Discounted Cash Balance* do projecto ao longo dos 5 anos.

### 6.3.4 Outros factores não considerados

Apesar de termos procurado detalhar o mais possível os ganhos subjacentes à implementação deste sistema, existe um conjunto de factores que, seja pela sua natureza intangível, seja pela dificuldade em quantificar os benefícios, não foram contemplados anteriormente.

Vamos nesta secção fazer uma breve referência aos mesmos e procurar contextualizar os benefícios que aportam.

Em primeiro lugar, e dado que deixa de existir película, existe um ganho significativo com a eliminação de filmes. Como exemplo ilustrativo das vantagens, um estudo efectuado pelo Courtyard Group para o Canada Health Infoway [36], e já referido no estado da arte, estima que cada exame em que deixa de existir película por implementação de um PACS, implica um benefício para a organização de cerca de 6,50 CAD (cerca de 4,5 €), sendo 25% deste montante relativos a consumíveis, 65% relativo a pessoal necessário para fazer a gestão de arquivo e de estudo físico, sendo os restantes 10% benefícios devidos a poupanças em termos de manutenção de equipamento e de espaço ocupado com armazenamento de películas.

Igualmente no mesmo estudo, são analisados ganhos de produtividade de radiologistas, técnicos de radiologia e MCG, sendo estimado um benefício global de cerca de 11,7 CAD (cerca de 8,2 €) por exame, sendo que 30% deste montante corresponde a ganhos de produtividade do radiologista, 45% a ganhos de produtividade do médico referenciador, 12% a ganhos do técnico de radiologia, sendo os restantes 13% provenientes do facto de se eliminar a necessidade de duplicar a realização de exames. Este aumento de produtividade

situa-se ao nível de melhoria do TAT (turn around time) de interpretação dos exames entre o MCG e o radiologista, com evidentes benefícios para o paciente. O paciente beneficia igualmente com eliminação de deslocação, o que não sendo quantificável, torna-se um óbvio benefício para o mesmo.

Finalmente, existe ainda uma optimização da relação administrativa entre parceiros, nomeadamente entre prestadores de serviço e entidades financiadoras, que permite o fluxo financeiro entre as partes ocorra com maior facilidade e clareza, permitindo que as entidades envolvidas sejam reembolsadas mais rapidamente.

De notar que o aumento de produtividade do radiologista, estimado em cerca de 2,4€ por exame, contrasta com o valor médio de  $\delta$  (para todos os exames) de 1,03€ obtido anteriormente para o cenário intermédio, ao qual deve ser acrescida a possibilidade de acesso a um maior número de exames.

Neste modelo não foi considerada a existência de comissões sobre revisões e recursos, nem penalizações sobre atrasos e incumprimentos, sendo admitido que tais valores resultam dos montantes a serem transferidos entre a entidade gestora do *broker* e os participantes. Igualmente não foi considerado as receitas provenientes de eventuais revisões de classificações dos participantes, considerando-se que tais montantes serão provenientes da *fee* recorrente de participação no *broker*, havendo apenas lugar a um pagamento excepcional quando solicitada uma revisão de classificação “fora-da-ordem”.

Em termos de modelos alternativos, tendo sido considerada uma base de *fee* mais comissão sobre os leilões efectuados, poderia ainda ter sido explorada a versão de mensalidade em que os participantes poderiam realizar todas as actividades que pretendessem, com evidentes prejuízos para o gestor do *broker* nas versões mais exigentes em termos de largura de banda e de capacidade de comunicação.

## 6.4 Conclusões

Em conclusão, neste capítulo foi apresentado um modelo de negócio para implementação do *broker* apresentado anteriormente, tendo sido analisados três cenários de implementação para o caso português.

Com base nos cenários criados foi possível desenhar um conjunto de alternativas em termos de aquisição de serviços de *data center* e de comunicações, tendo-se concluído que o cenário mais adequado para implementação seria o cenário Normal.

Com o cenário Normal foi efectuado um plano de negócios para implementação do *broker* em 5 anos, tendo sido obtido um conjunto de resultados em termos de valor actualizado líquido de 141.107€, com uma TIR de 10,18%, sendo o retorno do investimento alcançado cinco anos após o lançamento do projecto.



# Capítulo 7

---

## 7 Conclusões e trabalho futuro

Do trabalho anteriormente apresentado, resultaram os seguintes contributos originais e que se expandiram em duas vertentes: publicações e ferramentas demonstradoras.

No que diz respeito à ferramenta demonstradora da arquitectura para implementação técnica do *broker* de serviços, encontra-se em funcionamento desde Setembro de 2009 e tem neste momento um conjunto de 5 processos desenhados e implementados para um total de 10 utilizadores tipo que simulam o funcionamento do mercado de imagens. Foram executados cerca de 250 transacções teste para validação de funcionamento e verificação de viabilidade de sistema, bem como da aplicabilidade do modelo de negócio que se lhe encontra associado.

Os requisitos que estiveram subjacentes aos processos de negócio foram alvo de uma publicação [11], depois de ter sido apresentado uma arquitectura-base de processos [12] que apresentava uma solução para o problema das assimetrias de distribuição de recursos humanos a nível de radiologia em Portugal estudado e apresentado em várias conferências [8, 9].

A análise da situação radiológica portuguesa, e a verificação da situação de assimetria em termos de distribuição de recursos humanos viabilizou a apresentação de um artigo, actualmente submetido a uma revista.

### 7.1 Contribuições

Detalhando as contribuições, estas podem ser identificadas capítulo a capítulo da seguinte forma.

No segundo capítulo foi efectuado uma contextualização clínica do problema a abordar, tendo sido verificado que uma das grandes dificuldades que a radiologia enfrenta é a integração dos diferentes sistemas de informação, o que dificulta a implementação de

mecanismos de *outsourcing* que optimizem o processo de realização e interpretação do exame radiológico.

Desta forma, a troca de dados de pacientes, nomeadamente a nível de imagens, entre instituições onde os pacientes recebem cuidados de saúde continuam a ser um problema para o qual não existe uma solução consensual.

Para além disso verifica-se que ainda não estendeu a integração do fluxo de trabalho até ao ponto de permitir a articulação dos relatórios de exames com as imagens e as listas de trabalho.

Em termos de assimetria de distribuição de recursos, que foi o tema do terceiro capítulo, após analisar os dados estatísticos disponíveis, verificou-se que existe uma assimetria na distribuição de radiologistas pelo país, apesar de esta assimetria não ser correspondida em termos de distribuição de equipamento, nomeadamente por influência de acções governamentais na alocação de verbas comunitárias.

Contudo, a assimetria na distribuição de especialistas resulta em iniquidades na produtividade na realização de exames, com os equipamentos localizados nas áreas costeiras e metropolitanas a terem uma produtividade superior, em contraste acentuado com a produtividade do equipamento das áreas do interior que leva a atrasos e a dificuldades no acesso da população a cuidados imagiológicos.

Considerando esta situação e o modo como se desenrola o fluxo de trabalho em termos de radiologia, foram criados quatro cenários alternativos de forma a resolver o problema das iniquidades colocadas pela distribuição de radiologistas.

Depois de analisar estes quatro cenários, conclui-se que a melhor forma de resolver o problema apresentado, passa pela melhor adequação de um cenário de mercado de imagens, onde as entidades compradoras de interpretação de imagens radiológicas (prestado por médicos radiologistas), se encontram e, mediante um sistema de leilão invertido negociam o processo de compra e venda do serviço pretendido.

Da análise de quatro cenários alternativos para resolução do problema, chegamos à conclusão que o cenário “Mercado de Imagens” é aquele que mais adequadamente pode endereçar o problema do desequilíbrio na prestação dos serviços imagiológicos em Portugal.

A partir desta identificação, partiu-se para o quarto capítulo que consistiu no desenvolvimento dos requisitos de um sistema que funcione de forma adequada e alcance os objectivos de criar um mercado competitivo entre os potenciais prestadores de serviço, enquanto simultaneamente, diminui os potenciais atrasos no fluxo de trabalho de interpretação de imagens.

Para isso, depois de analisar o contexto e a forma como se realizam os exames imagiológicos foram identificados os produtos a desenvolver de forma a resolver e solucionar os problemas que nos foram colocados no terceiro capítulo.

Para que tivéssemos uma abordagem mais rigorosa, foi desenvolvido um conjunto de módulos para efectuar um levantamento dos requisitos sob o ponto de vista funcional. Complementarmente, foram identificadas as qualidades que o sistema deverá ter sob o ponto de vista de usabilidade, segurança, modularidade e integração.

Face a estes requisitos foi definido e consolidado um conjunto de casos de utilização para os módulos de *brokerage* e de avaliação, fundamentais para o correcto funcionamento do sistema.

O capítulo concluiu-se com a criação de uma matriz bidimensional de avaliação de soluções que tem em conta os seis requisitos fundamentais a serem implementados pelo sistema e as quatro dimensões geográficas onde podem ter lugar.

No quinto capítulo baseou-se no desenvolvimento de um protótipo a partir do qual é efectuado um balanço dos resultados alcançados do ponto de vista técnico face aos objectivos propostos inicialmente. São igualmente analisadas as vantagens e desvantagens da implementação de um sistema desta natureza no actual sistema de saúde, concluindo com um conjunto de reflexões tendo em vista integrações futuras passíveis de serem efectuadas com outros parceiros clínicos e de negócio.

Em termos de inovação, este trabalho em vez de efectuar uma simples integração estática da informação existente nos repositórios de informação, opta por uma solução dinâmica baseada na utilização de serviços, podendo os utilizadores escolher as funcionalidades pretendidas à medida que vão sendo necessárias para os seus objectivos.

Nesta arquitectura, o *broker* passa a funcionar como ponto de confluência dos participantes, sem que nenhum deles assuma um papel de relevo nem condicione o funcionamento dos restantes, mantendo cada um dos participantes a sua autonomia.

Assim, cada um dos participantes pode manter o grau de autonomia que entenda por mais adequado, sendo que o sistema tem a capacidade de integrar os sistemas de qualquer uma das entidades mediante a inclusão de um *gateway* que permite que o servidor de imagens se articule e comunique com o *broker*.

Este *gateway* permitirá a inclusão de qualquer tipo de utilizador independentemente da sua localização, mediante a utilização de um protocolo adequado que ultrapasse as vicissitudes colocadas pelas *firewall* das instituições participantes, proporcionando a versatilidade técnica necessária ao funcionamento do sistema.



Revisitando a situação apresentada no terceiro capítulo e respectivos requisitos, verificamos que em termos de protótipo se demonstra a capacidade de integração com os sistemas existentes, nomeadamente servidores de imagem, quer de comprador, quer de vendedor, sendo cada um dos intervenientes capazes de extrair e integrar a informação gerada de forma transparente nos sistemas das instituições onde desenvolvem o seu trabalho, respeitando os requisitos de segurança da instituição.

No entanto, dever-se-á notar que o protótipo apenas foi desenvolvido recorrendo a um tipo de servidor Dicom, dcm4chee, pelo que necessitará de ser testado em condições de produção para melhor aquilatar a sua implementabilidade.

Em termos de **ubiquidade**, o protótipo foi testado em múltiplas condições e locais de acesso, nacionais e internacionais (estes de forma mitigada), sempre com resultados satisfatórios, sem que se manifestasse qualquer impedimento em termos de integração e/ou acesso aos sistemas existentes. A única limitação fica condicionada pelo facto da inexistência de largura de banda disponível para transmissão dos exames a interpretar.

Em termos de **versatilidade do sistema do ponto de vista técnico** ficou demonstrada a capacidade de o sistema se ajustar de forma transparente consoante o perfil dos utilizadores, sendo capaz, mediante a identificação do perfil do utilizador, de atribuir os recursos, permissões e funcionalidade adequadas. Igualmente, mediante a utilização de *web services*, ficaram demonstradas as potencialidades proporcionadas por este mecanismo, permitindo a actualização de funcionalidade em tempo real e/ou mediante a emissão de actualizações facilmente passíveis de serem descarregadas pelos utilizadores finais.

A demonstração de **versatilidade do sistema do ponto de vista financeiro** ficou pendente da implementação do respectivo módulo de gestão financeira. No entanto, a estrutura de dados subjacente ao protótipo está dimensionada de forma a permitir a fácil contabilização dos montantes negociados entre os participantes e, a partir daí, gerir o acordo contratualizado inicialmente entre as partes. Como é óbvio, estas funcionalidades só serão implementáveis uma vez desenvolvidos os módulos e respectivos *web services*. A informação reside na base de dados e pode ser articulada a qualquer momento no sistema.

O mesmo se passa em termos de **accountability de utilizadores**, em que, sendo possível de rastrear todas as actividades efectuadas por cada um dos utilizadores no sistema, não está ainda implementado o módulo que permite identificar e responsabilizar cada um deles facilmente quando tal se manifeste como necessário ou adequado.

No entanto, está implementado com sucesso no protótipo o mecanismo de classificação de vendedores (que condiciona de forma indelével o processo de leilão) e o mecanismo de recurso do comprador, sempre que este se manifeste insatisfeito com o serviço prestado.

Em termos de **segurança**, o mecanismo implementado baseia-se unicamente num esquema de login-password e identificação e registo dos endereços IP, sendo passível de ser extensível para um mecanismo de *Audit Trail and Node Authentication* (ATNA) do IHE que, ao estabelecer mecanismos de segurança, proporciona a confidencialidade da informação de paciente, a integridade dos dados consultados e a responsabilização dos utilizadores.

O mecanismo de dados e *web services* encontra-se preparado para extensão a sistemas de reconhecimento de utilizadores com integração de base de dados externa de entidades e instituições de referência como a Ordem dos Médicos e/ou o Ministério da Saúde.

A maior insuficiência reside na falta de utilização alargada do sistema por parte dos utilizadores finais, sejam eles médicos referenciadores, radiologistas e/ou administradores hospitalares, sendo necessário desenvolver um mecanismo de validação junto destes utilizadores de forma a otimizar fluxos de trabalho e ferramentas de visualização e interpretação utilizadas. Igualmente, será necessário discutir com os utilizadores finais se o actual mecanismo de leilão, “peça a peça” é exequível ou se será necessário repensar o mecanismo de forma a implementar o mecanismo de leilão “em massa” de forma a torna-lo mais eficaz em termos de carga de trabalho para o utilizador final.

Outra insuficiência reside nos testes de escalabilidade, tendo sido efectuados apenas testes com imagens relativamente pouco complexas e sem que o vendedor processasse qualquer tipo de manipulação de imagem. Este facto não permitiu testar de forma adequada o funcionamento do *broker* e do sistema quando sujeitos a uma grande carga, seja em termos de arquivo de imagens seja em termos de transmissão de imagens para o vendedor.

A disponibilização de um visualizador que seja compatível com todos os ambientes de trabalho limitou igualmente a escolha, tendo sido seleccionado um visualizador baseado em Java com um número de funcionalidades vasto, mas não muito completo. No entanto, não existe limitação por parte do utilizador final quanto à utilização de visualizador, podendo em desenvolvimentos futuros ser disponibilizado um conjunto de visualizadores com um maior número de funcionalidades e específico do ambiente de trabalho dos utilizadores.

Em termos de alcance geográfico, a implementação apenas foi efectuada a nível de utilizadores de um mesmo país, se bem que dispersos e a utilizar o sistema em países diferentes.

No entanto, o maior desafio a nível trans-fronteiriço, para além da autenticação e reconhecimento de utilizadores, que poderá ser ultrapassada mediante a criação de um repositório único de utilizadores reconhecidos a nível europeu, por exemplo, passa pela questão linguística de criação de relatórios e entendimento entre

referenciadores/compradores e intérpretes/vendedores que ficou fora dos requisitos deste sistema.

Finalmente no sexto capítulo foi apresentado um modelo de negócio para implementação do *broker* apresentado anteriormente, tendo sido analisados três cenários de implementação para o caso português.

Com base nos cenários criados foi possível desenhar um conjunto de alternativas em termos de aquisição de serviços de *data center* e de comunicações.

Foi efectuado um plano de negócios para implementação do *broker* em 5 anos, tendo sido obtido um conjunto de resultados em termos de valor actualizado líquido de 141.107€, com uma TIR de 10,18%, sendo o retorno do investimento alcançado cinco anos após o lançamento do projecto.

## **7.2 Perspectivas de trabalho futuro**

A estrutura montada pode ser optimizada mediante a inserção de novas funcionalidades que permitam uma mais fácil operação do sistema por parte dos utilizadores.

Entre as funcionalidades que poderão ser implementadas nesta estrutura num futuro próximo deverá encontrar-se um mecanismo de pesquisa inteligente que permita a pesquisa de relatórios estruturados pesquisável que permita a associação de exames e diagnósticos similares aos que se encontram a ser analisados. Igualmente poderá ser adicionada uma ferramenta de *data mining* que permita aplicar um esquema de pesquisa, permitindo pesquisar o histórico clínico do paciente e fazer o seu *retrieve*, auxiliando o acto diagnóstico.

De qualquer forma, qualquer que seja a direcção seguida, dever-se-á sempre procurar valorizar a realização de interpretação de imagens e a actividade clínica, sem deixar que a comoditização do acto clínico seja motivo de uma menor qualidade do serviço prestado.

# Anexos

---

## A.Anexo A

Neste Anexo podem ser encontradas as funcionalidades que a área de utilizador deverá providenciar para cada perfil de utilizador, nomeadamente médico referenciador, médico radiologista, avaliador, gestor tecnológico, gestor financeiro e gestor clínico da plataforma.

No que diz respeito ao perfil de médico referenciador este deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Médico referenciador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efectua pedidos de leitura de exame;</li><li>• Monitoriza estado de pedidos previamente efectuados;</li><li>• Aceita/rejeita (com justificação) interpretação efectuada por médico radiologista;</li><li>• Cancela/anula/altera pedido;</li><li>• Consulta dados administrativos de registo junto de <i>broker</i>;</li><li>• Solicita alteração de dados administrativos/financeiros junto de <i>broker</i>;</li><li>• Consulta conta corrente;</li><li>• Solicita acerto de contas com <i>broker</i>;</li><li>• Solicita liquidação de contas;</li><li>• Solicita encerramento de conta.</li></ul>

O radiologista deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Radiologista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta conta corrente;</li> <li>• Consulta lista de pedidos de participação em leilão;</li> <li>• Consulta histórico de resultados de leilões aceites/rejeitados;</li> <li>• Consulta lista de leilões de interpretação de exames em curso;</li> <li>• Licita em leilões de interpretação de exames em curso;</li> <li>• Consulta lista de resultados de leilões mais recentes em que tenha participado;</li> <li>• Consulta lista de resultados de leilões com os mesmos parâmetros que tenham sido realizados;</li> <li>• Integra resultado de leilão vencedor no sistema da instituição;</li> <li>• Importa exame anonimizado do <i>broker</i> de interpretação de exames;</li> <li>• Interpreta exame e redige relatório;</li> <li>• Transfere relatório efectuado em função de leilão para <i>broker</i> de interpretação de exames, que o enviará para o médico referenciador;</li> <li>• Caso seja necessário, ou seja, se o exame importado tiver sido manipulado, este será transferido para o <i>broker</i>, onde será desanonimizado e associado com o relatório para ser enviado conjuntamente para o médico referenciador;</li> <li>• Confirma transferência de resultado de relatório (e exame) para médico referenciador;</li> <li>• Verifica histórico de aceitações/rejeições de relatórios por médico referenciador;</li> <li>• Consulta classificação atribuída por avaliador;</li> <li>• Consulta classificação <i>ad-hoc</i> inicial atribuída por avaliador;</li> <li>• Recorre/Aceita a classificação atribuída por Avaliador;</li> <li>• Consulta dados administrativos de registo junto de <i>broker</i>;</li> <li>• Solicita alteração de dados administrativos/financeiros junto de <i>broker</i>;</li> <li>• Consulta conta corrente;</li> <li>• Solicita acerto de contas com <i>broker</i>;</li> <li>• Solicita liquidação de contas;</li> <li>• Solicita encerramento de conta.</li> </ul>

O avaliador deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Avaliador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta lista de recursos de relatórios;</li> <li>• Consulta lista de médicos radiologistas a avaliar;</li> <li>• Consulta lista de médicos radiologistas a avaliar de forma <i>ad-hoc</i> inicial;</li> <li>• Consulta lista de recursos;</li> <li>• Avalia relatórios (e exames anexos) criados pelo médico radiologista;</li> <li>• Consulta de histórico da entidade avaliada;</li> <li>• Atribui classificação;</li> <li>• Consulta de histórico de avaliações efectuadas como avaliador;</li> <li>• Consulta dados administrativos de registo junto de <i>broker</i>;</li> <li>• Solicita alteração de dados administrativos/financeiros junto de <i>broker</i>;</li> <li>• Consulta conta corrente;</li> <li>• Solicita acerto de contas com <i>broker</i>;</li> <li>• Solicita liquidação de contas;</li> <li>• Solicita encerramento de conta.</li> </ul>

O gestor tecnológico da plataforma deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Gestor tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insere/remove utilizadores no sistema;</li> <li>• Integra os sistemas de informação dos participantes com o <i>broker</i> e garante a boa comunicação entre eles;</li> <li>• Executa actividades de manutenção técnica do <i>broker</i>.</li> </ul>

O gestor financeiro da plataforma deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Gestor financeiro	<ul style="list-style-type: none"><li>• Define as regras de negócio e a relação comercial entre os participantes e o <i>broker</i>;</li><li>• Garante que quando é inserido um utilizador, a respectiva relação comercial e contratual é devidamente parametrizada no sistema e que se garante que os acordos comerciais são correctamente implementados;</li><li>• Garante a liquidação das responsabilidades financeiras, após a solicitação de acerto de contas com o <i>broker</i>.</li></ul>

O gestor clínico da plataforma deverá ser capaz de efectuar as seguintes acções:

Perfil	Acções
Gestor clínico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gere potenciais situações de conflito entre participantes;</li><li>• Gere a alocação de competências clínicas no decurso do processo de interpretação de exame;</li><li>• Garante o cumprimento das normas éticas e de privacidade.</li></ul>

## B. Anexo B

Este anexo contém uma descrição do funcionamento do protótipo, com exemplos de implementação dos processos descritos na secção 5.2.3.

Estabelece-se que todos os utilizadores terão no seu domínio um PACS e uma *Java Desktop Application*, que funcionará como *Gateway*, com uma versão para compradores e outra para vendedores.

No caso dos compradores, ligar-se-ão ao servidor PACS conforme se mostra na Figura B.1.

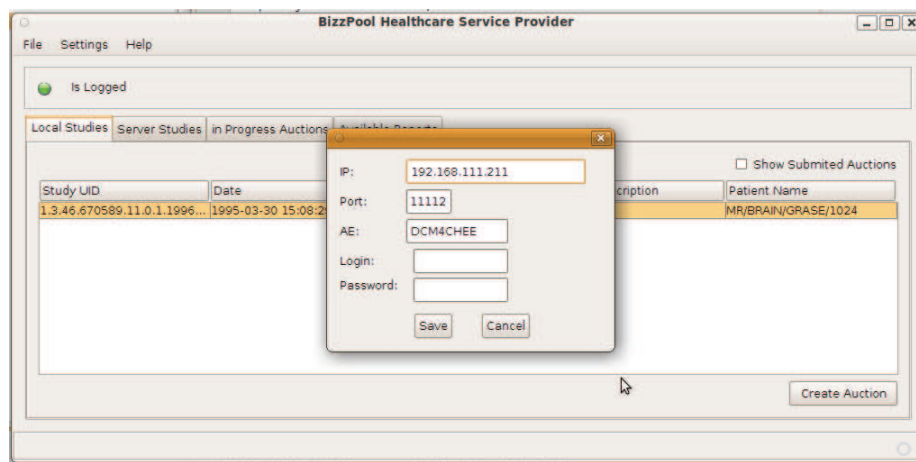


Figura B.1: Ligação ao PACS do comprador  $n$ .

Uma vez ligado ao PACS, o comprador  $n$  poderá consultar os estudos que nele se encontram depositados, conforme se mostra na Figura B.2.



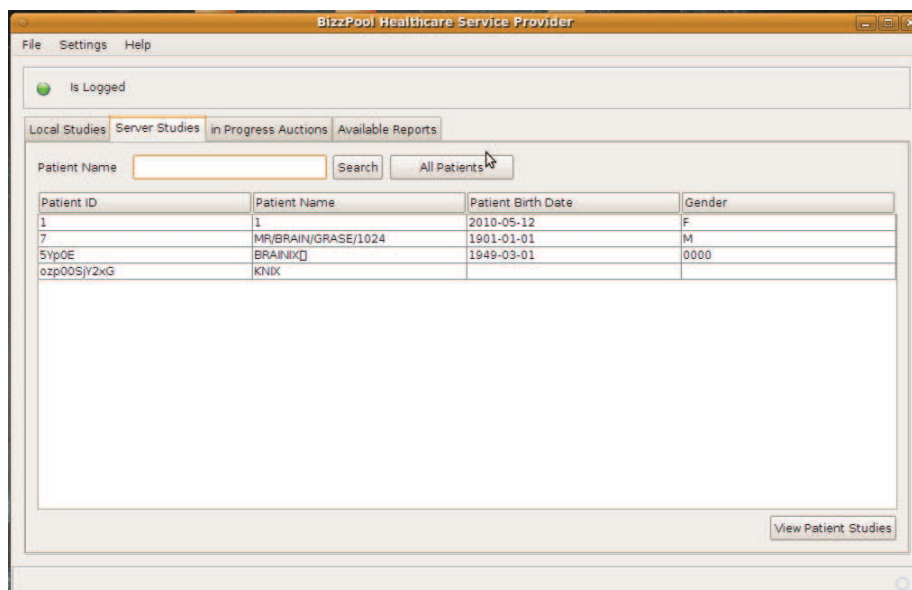


Figura B.2: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador  $n$ .

Poderá ser também efectuada uma pesquisa dos estudos de acordo com o nome do paciente, conforme se mostra na Figura B.3.

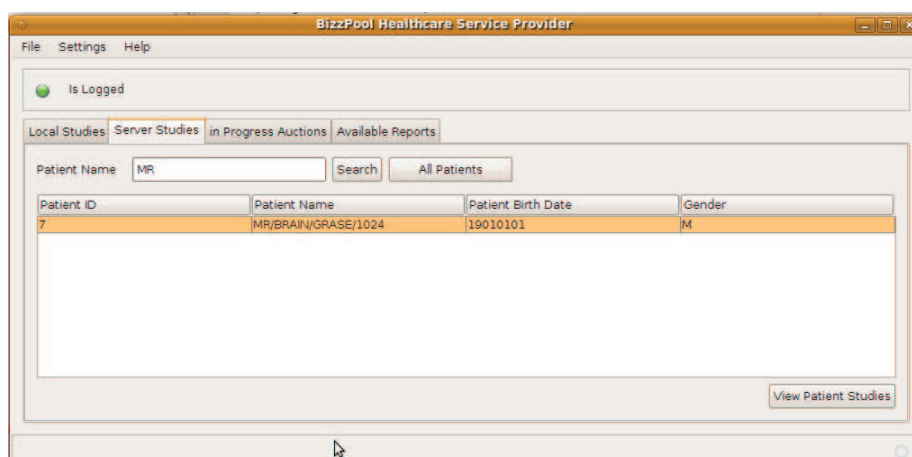


Figura B.3: Consulta de estudos presentes no PACS do comprador  $n$  de acordo com o nome do paciente.

Uma vez seleccionado o estudo para visualização, este poderá ser descarregado, conforme se verificar na Figura B.4, ficando arquivado nos estudos locais (*Local Studies*) do utilizador.

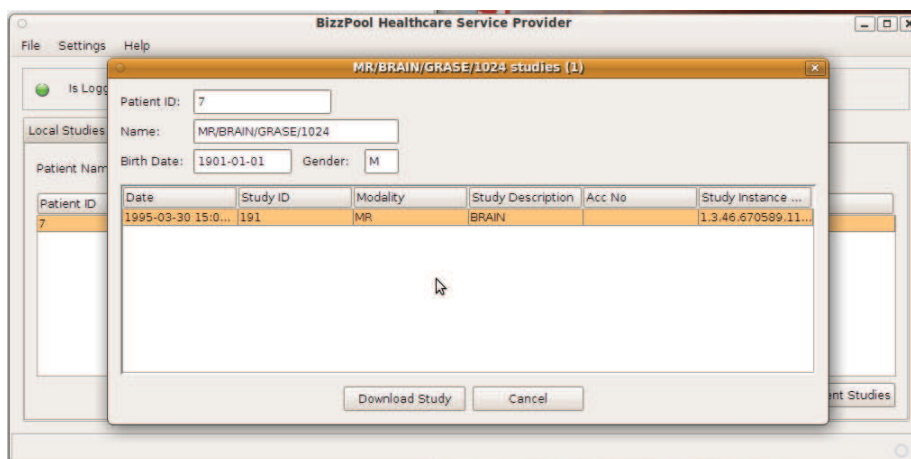


Figura B.4: Visualização, e eventual *download* para a área local do utilizador do estudo seleccionado.

Em termos de registo do utilizador, qualquer uma das versões da *applet* permitirá ao utilizador autenticar-se junto do *broker* como legítimo utilizador, ficando o sistema a saber que determinado vendedor se encontra disponível para prestar um serviço e que um comprador se encontra registado para efectuar um determinado pedido.

Após se encontrar autenticado, o comprador irá efectuar o *retrieve* das imagens desejadas do PACS para uma área local, conforme foi anteriormente demonstrado e pode ser visualizado na Figura B.5.

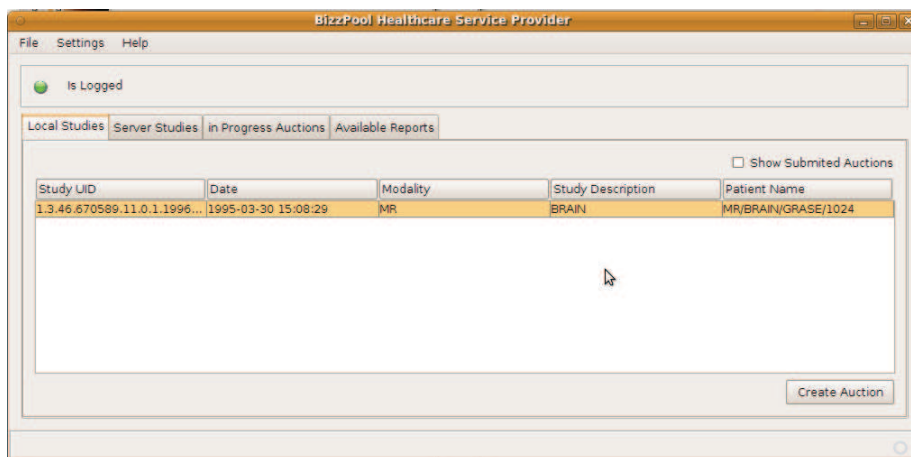


Figura B.5: Estudo arquivado localmente e passível de ser leiloado pelo utilizador.

Será agora altura de acoplar às imagens o pedido pretendido, que incluirá o preço máximo que está disposto a pagar (*Start Price*), a qualificação mínima do radiologista e a data de entrega (ou seja o tempo máximo para entrega do relatório), sendo fixado 10% do tempo para “chamada de licitadores”, 20% do tempo para “licitação entre participantes” e 70% do tempo para realização de relatório.

O pedido englobará ainda por defeito alguma meta informação do estudo como a modalidade, o nome do paciente, a data de realização do exame e algum comentário que o comprador decida efectuar num campo livre.

Enquanto submete o pedido, e com base na informação existente (modalidade e rating de vendedor) o *broker* informa o comprador do número de potenciais subscritores disponíveis, do preço médio histórico de estudos realizados com aquela modalidade/rating de vendedor e o tempo médio de concretização de um histórico desses exames em minutos.

Após submissão do pedido de leilão na Figura B.6, o *broker* valida a informação submetida e envia para o conjunto de vendedores que estejam dentro dos parâmetros de rating do comprador e que se encontrem disponíveis, de acordo com a informação de utilizadores disponíveis, mediante a utilização do *SendAuctionInvitationsWSService*.

The screenshot shows a web application window titled "Create Auction". It contains several input fields and summary information. The fields are: Study UID (1.3.46.670589.11.0.1.1996082307380006), Study Date (1995-03-30 15:08:29), Modality (MR), Description (BRAIN), PatientName (MR/BRAIN/GRASE/1024), Rating (2), Start Price (€) (400), Time to Delivery (2010-06-21 12:30:43), Number of subscribers (4), Average Price (350.0), Estimated Time (hours) (22 minutos), and a Specification text area (Texto descritivo). At the bottom are "Submit Auction" and "Cancel" buttons.

Figura B.6: Form de submissão de pedido de leilão por parte do comprador *n*.

Este Web Service envia uma multiplicidade de convites (via e-mail, ver Figura B.7) aos potenciais vendedores que possam participar no leilão, indicando um *link* para participação no mesmo.

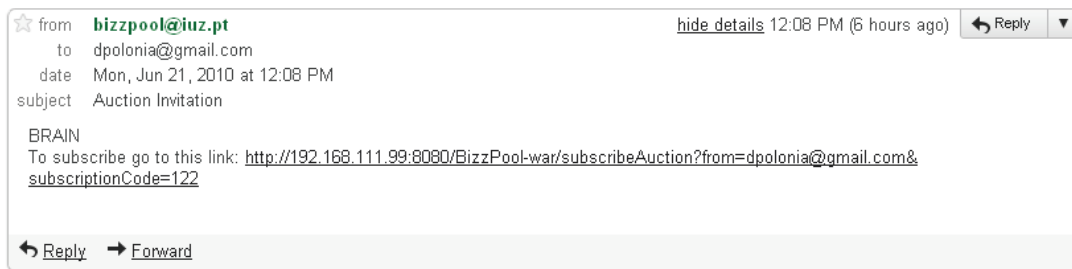


Figura B.7: Mensagem de mail recebida pelos potenciais vendedores com convite para participação em leilão.

O potencial vendedor, ao receber o convite, ou caso esteja ligado, poderá verificar quais os convites que estão pendentes em “*Open Subscriptions*”, conforme Figura B.8.

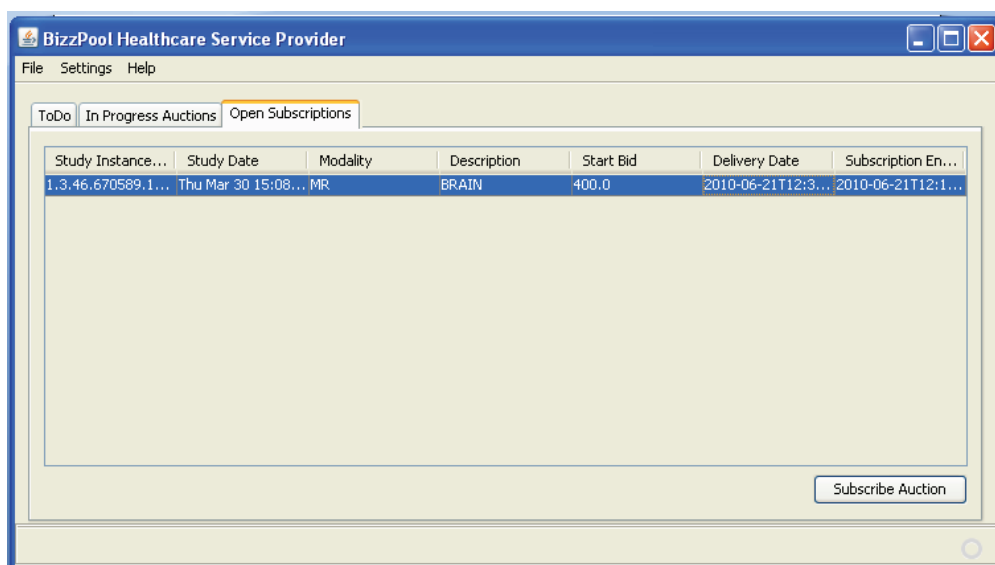


Figura B.8: *Folder* contendo convites pendentes de aceitação pelo utilizador.

Caso o utilizador aceite o convite, fica imediatamente inscrito no leilão sendo considerado como licitante com o preço base igual ao máximo indicado pelo comprador.

Enquanto o vendedor em causa se encontra como o mais baixo licitante o seu “In Progress Auction” permanecerá a verde, conforme se verifica na Figura B.9.

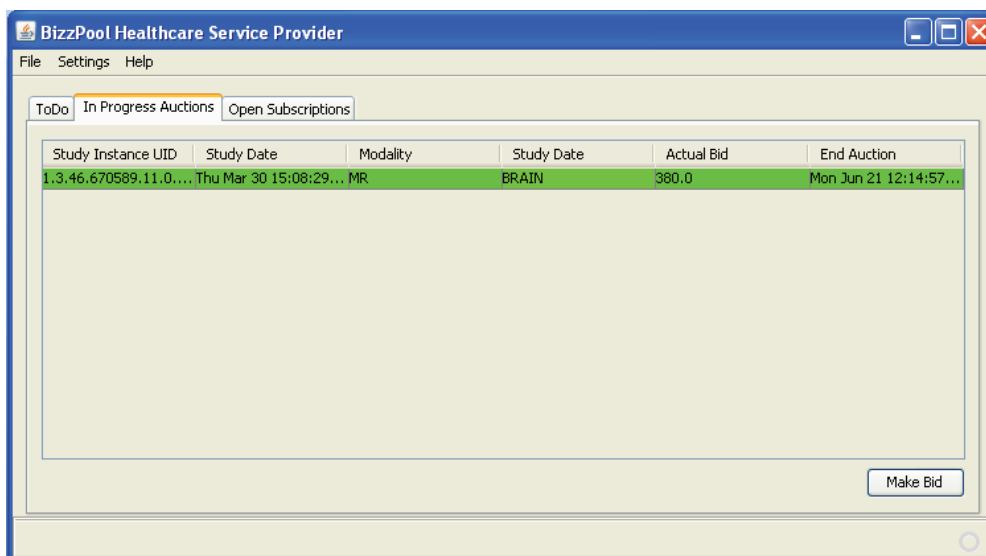


Figura B.9: *Folder* contendo leilões activos em que o utilizador é participante, sendo que o fundo a verde indica que está na liderança do leilão com a proposta mais baixa.

Assim que surja uma licitação mais baixa por parte de outro utilizador, a cor muda para vermelho, conforme se verifica na Figura B.10.

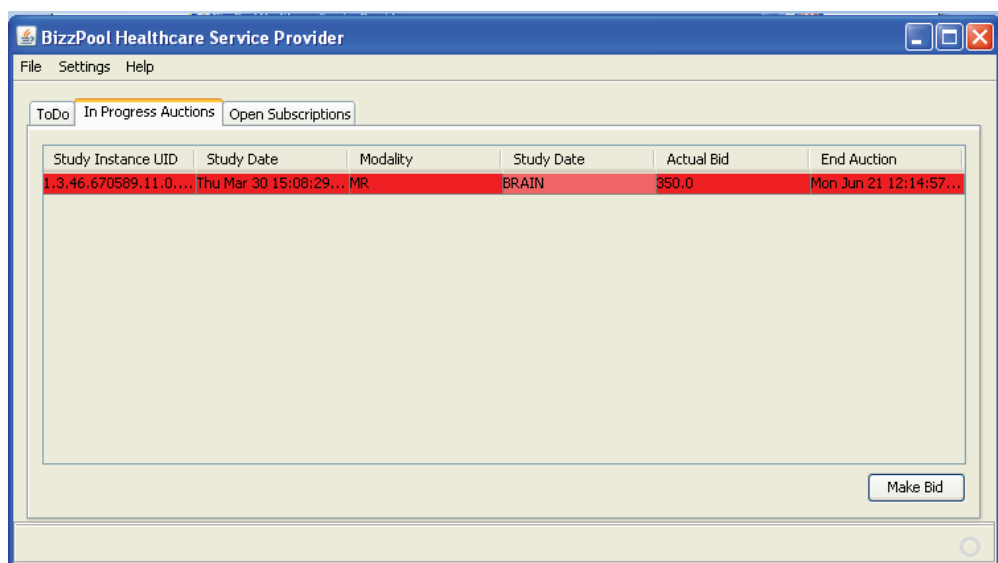


Figura B.10: *Folder* contendo os leilões activos em que o utilizador é participante, sendo que o fundo vermelho significa que existem licitações mais baixas que a efectuada pelo utilizador.

Nessa altura o vendedor poderá abandonar o leilão ou prosseguir e efectuar uma licitação mais baixa, clicando em “Make Bid”, como pode ser visto na Figura B.11.

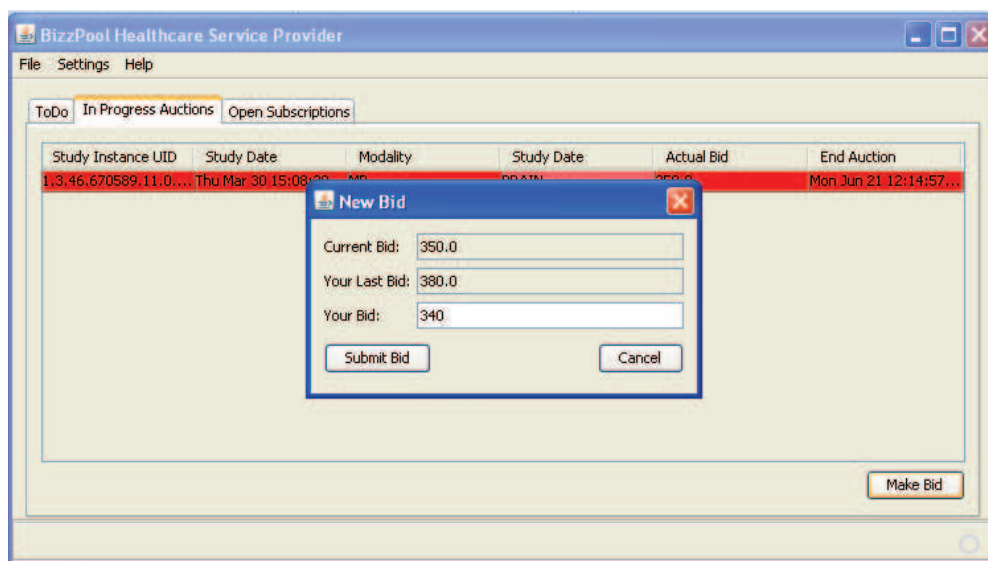


Figura B.11: *Form* que permite ao utilizador colocar uma licitação mais baixa num determinado leilão.

Quando se conclui o processo de leilão, e caso o vendedor seja o vencedor, o exame passará para a lista de To Do, apresentada na Figura B.12, em que será indicado a *deadline* de realização.

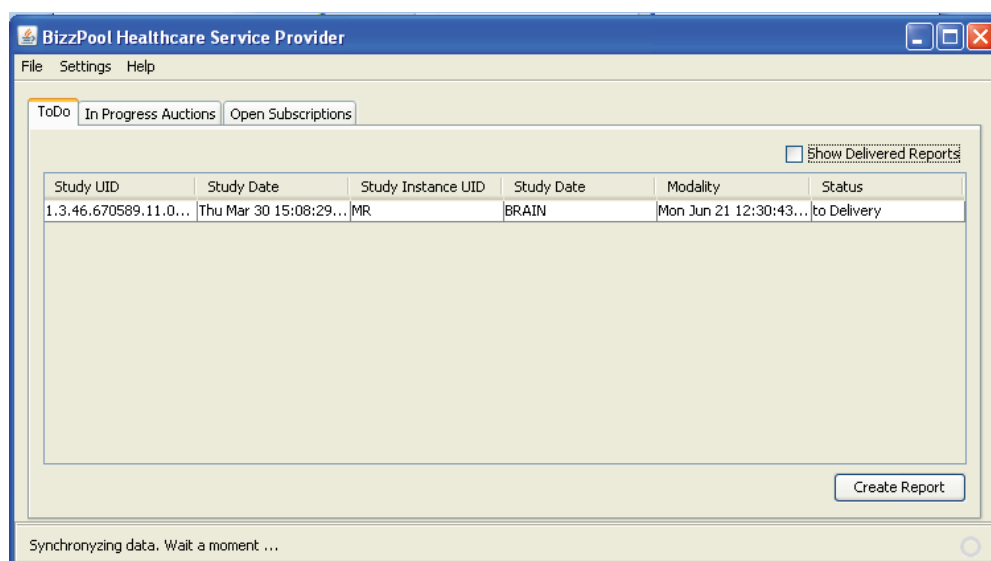


Figura B.12: *Folder* contendo a lista de trabalhos pendentes de realização por parte do utilizador e/ou os trabalhos já realizados e/ou pendentes de aceitação pelo comprador.

O vendedor vencedor, quando pretenda criar o relatório, será apresentada a janela da Figura B.13 em que, para além de poder criar o relatório, poderá descarregar o estudo do *broker*, arquivando-o localmente, podendo visualiza-lo.

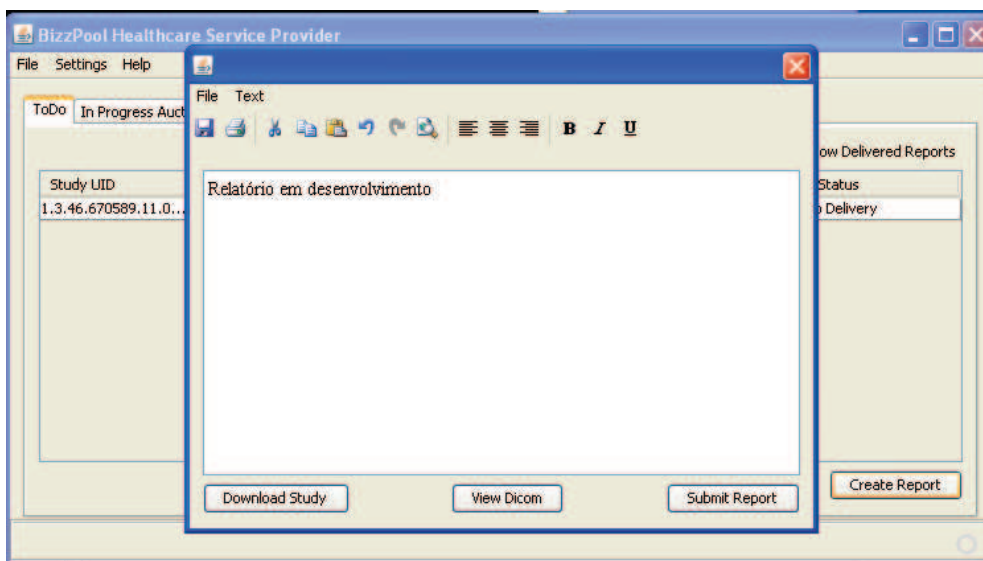


Figura B.13: *Form* onde o vendedor vencedor do leilão irá escrever o seu relatório e, uma vez concluído, enviar para o comprador.

Será acoplado ao sistema um visualizador denominado Mango [171], baseado em Java, compatível com múltiplos sistemas operativos e que permite a navegação pelas imagens, bem como a sua análise, processamento e edição, assim como uma text box. Um *screen shot* do visualizador pode ser visto na Figura B.14.

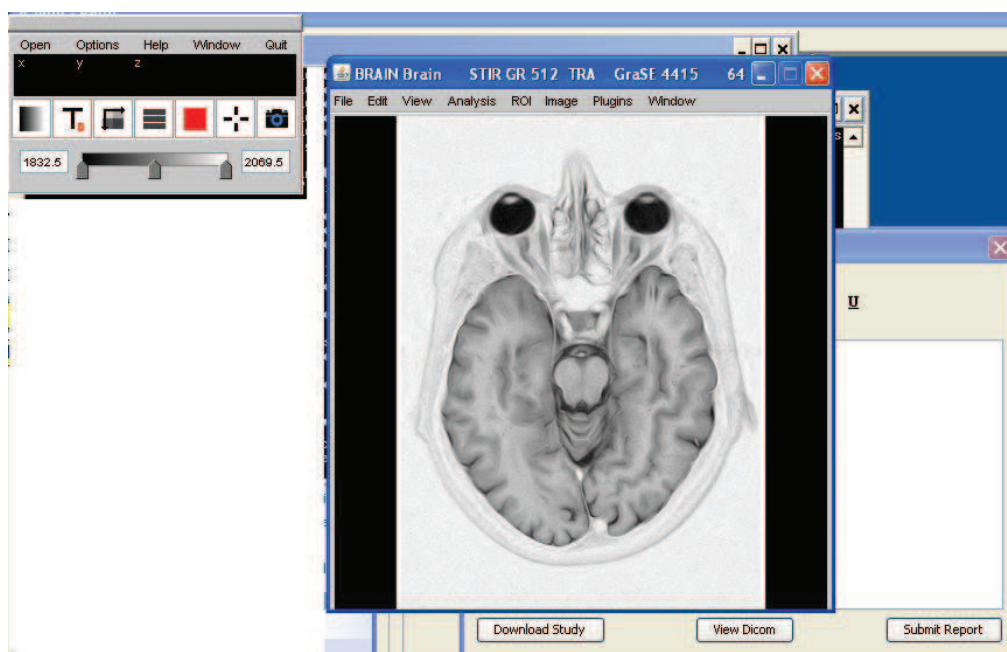


Figura B.14: *Screenshot* de imagem vista pelo vendedor utilizando o visualizador Mango disponibilizado no *package*.

O vendedor poderá efectuar o relatório em modo *off line*, caso deseje, dado que o *gateway* dispõe de uma *Java Database embedded* que permite o armazenamento de informação base resultante de leilão e a realização das tarefas associadas em modo *off-line*.

Uma vez finalizado o relato do exame este será dado como pendente de aceitação na lista de To Do do vendedor, sendo enviado para o *broker* que irá então proceder ao seu reenvio para o comprador que irá visualizar o relatório e as imagens enviadas.

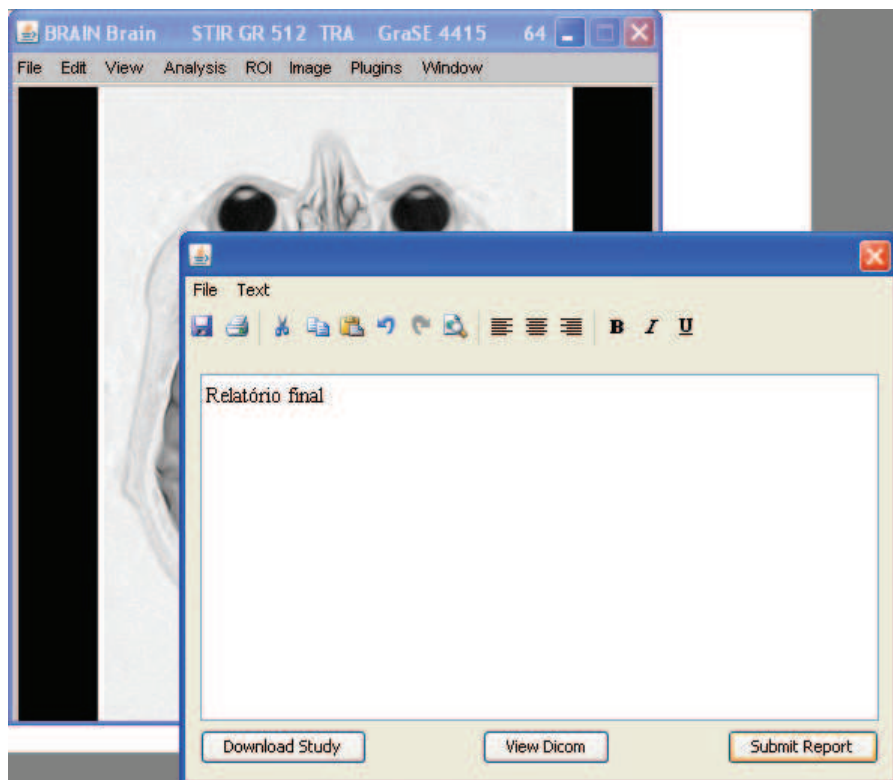


Figura B.15: Relatório final antes de ser enviado pelo vendedor vencedor do leilão

Do lado do comprador, após este ter lançado o pedido de leilão, este poderá acompanhar o processos de subscrição, conforme a Figura B.16:



Study Instance UID	Date	Modality	Study Description	Current Bid	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Wed Aug 19 16:06:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	600.0	Wed Sep 02 17:58:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	400.0	Wed Sep 02 18:04:...	IN AUCTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 10:00:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 15:59:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 16:50:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 18:04:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:41:3...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:34:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:16:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:33:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		500.0	Fri Sep 04 16:15:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		800.0	Fri Sep 04 16:40:0...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		700.0	Fri Sep 04 16:50:0...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Fri Sep 04 16:51:1...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Mon Sep 07 11:46:...	IN SUBSCRIPTION
1.3.46.670589.11...	Thu Mar 30 16:08:...	MR	BRAIN	400.0	Mon Jun 21 12:30:4...	IN SUBSCRIPTION

Figura B.16: Verificação do estado do processo., quando em subscrição, por parte do comprador.

Após passar do estado de subscrito para o leilão propriamente dito, o comprador poderá verificar a licitação mais baixa atingida pelo leilão, conforme Figura B.17:

Study Instance UID	Date	Modality	Study Description	Current Bid	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Wed Aug 19 16:06:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	600.0	Wed Sep 02 17:58:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	400.0	Wed Sep 02 18:04:...	IN AUCTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 10:00:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 15:59:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 16:50:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 18:04:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:41:3...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:34:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:16:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:33:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		500.0	Fri Sep 04 16:15:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		800.0	Fri Sep 04 16:40:0...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		700.0	Fri Sep 04 16:50:0...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Fri Sep 04 16:51:1...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Mon Sep 07 11:46:...	IN SUBSCRIPTION
1.3.46.670589.11...	Thu Mar 30 16:08:...	MR	BRAIN	400.0	Mon Jun 21 12:30:4...	IN AUCTION

Figura B.17: Verificação do estado do processo, quando em leilão, por parte do comprador.

Após a conclusão do processo de leilão, é apresentado como estando na realização de relatório, com a indicação do preço final alcançado, como pode ser visto na Figura B.18.

Study Instance UID	Date	Modality	Study Description	Current Bid	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Wed Aug 19 16:06:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	600.0	Wed Sep 02 17:58:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST	400.0	Wed Sep 02 18:04:...	IN AUCTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 10:00:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 15:59:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 16:50:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Thu Sep 03 18:04:...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:41:3...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 10:34:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:16:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.840.113619.2....	Tue Jan 09 08:42:4...	DX	CHEST		Fri Sep 04 12:33:2...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		500.0	Fri Sep 04 16:15:1...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		800.0	Fri Sep 04 16:40:0...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		700.0	Fri Sep 04 16:50:0...	IN SUBSCRIPTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Fri Sep 04 16:51:1...	IN AUCTION
1.2.392.200036.91...	Tue May 21 09:38:...	CT		600.0	Mon Sep 07 11:46:...	IN SUBSCRIPTION
1.3.46.670589.11...	Thu Mar 30 16:08:...	MR	BRAIN	340.0	Mon Jun 21 12:30:4...	IN REPORT

Figura B.18: Verificação do estado do processo, quando em realização de relatório, por parte do comprador.

Quando o relatório estiver concluído, surgirá uma lista de trabalhos disponíveis e concluídos pelo vendedor com a indicação de que aguardam aprovação/rejeição (ou ainda uma segunda opinião), como se pode ver na Figura B.19.

Date UID	Date	Modality	Study Description	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:02:42 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:59:44 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:33:15 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:39:19 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 17:07:40 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Fri Aug 21 13:35:08 W...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Thu Sep 03 10:09:43 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 16:06:23 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 17:26:54 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 10:14:33 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 11:50:28 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 18:05:24 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 12:52:50 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 15:44:35 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116....	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 16:06:54 ...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu Oct 01 11:25:01 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 09 16:29:51 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 16 18:55:12 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:38:14 W...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:57:12 W...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 11:55:06 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 12:10:30 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu May 20 15:15:49 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri May 21 12:45:19 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Jun 04 10:25:25 WE...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43 W...	WAITING FOR APPROVAL

Figura B.19: Verificação do estado do processo quando aguarda aprovação pelo comprador.

Ao clicar em “View Report” o comprador poderá analisar o relatório e aceitar, ou não, o mesmo.

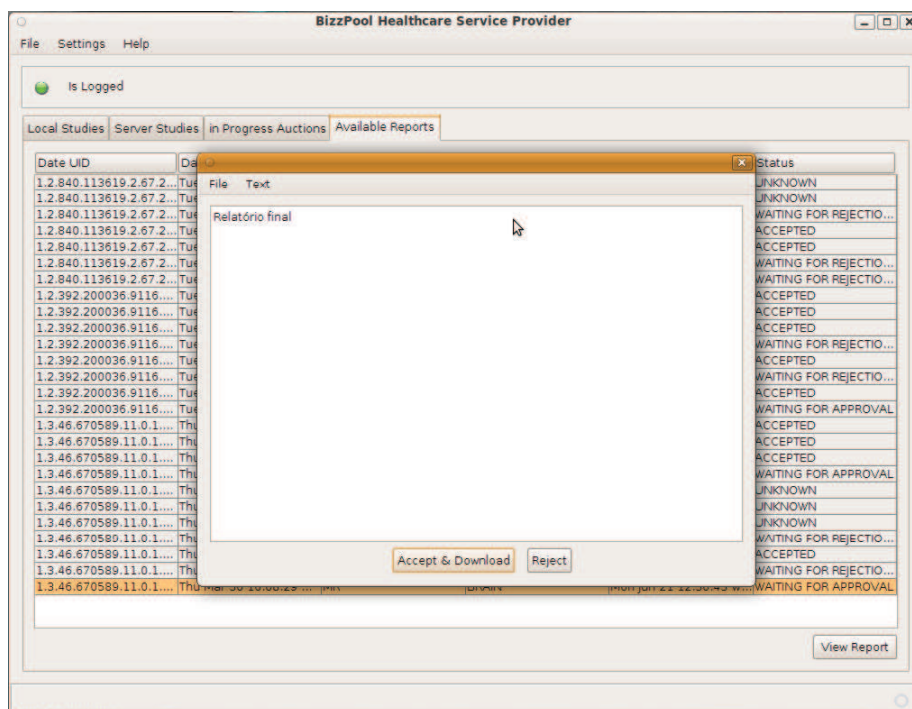


Figura B.20: Verificação do relatório final por parte do comprador, com possibilidade de aceitação ou rejeição.

Caso o aceite, poderá descarregar o relatório sob a forma de um pdf e posteriormente integrar no seu Sistema de Informação Radiológico, passando a transacção a aceite e sendo dada como concluída.

Para efeitos do protótipo foi desenvolvido um mecanismo de aceitação e descarga de ficheiros pdf que o comprador poderá guardar no seu sistema de ficheiros local, conforme representado na Figura B.21 e Figura B.22.

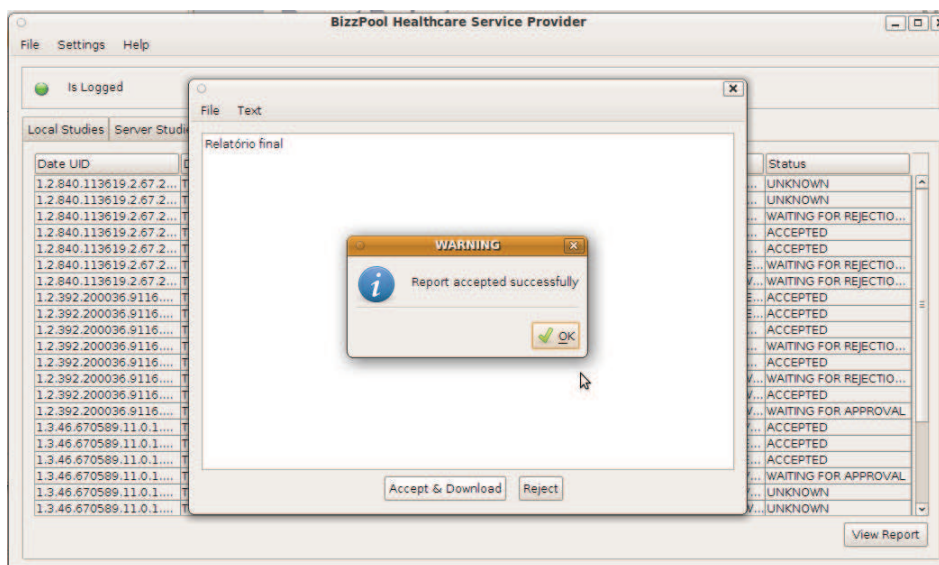


Figura B.21: Mensagem de aceitação de relatório.

Após receber a mensagem de aceitação, o utilizador poderá guardar o ficheiro pdf contendo o relatório e informação adicional do paciente para o seu sistema de ficheiros.

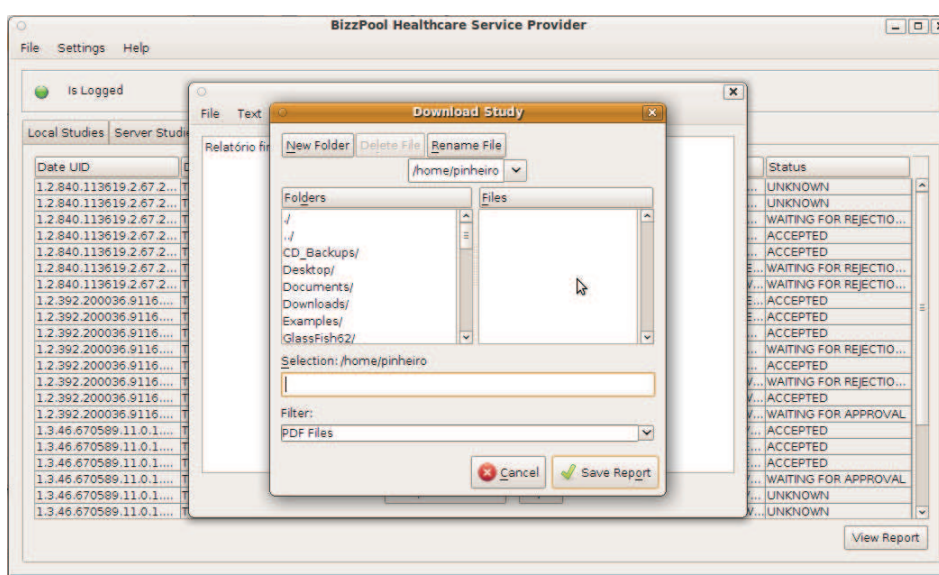


Figura B.22: Interface que permite descarga de relatório em formato pdf para sistema de ficheiros.

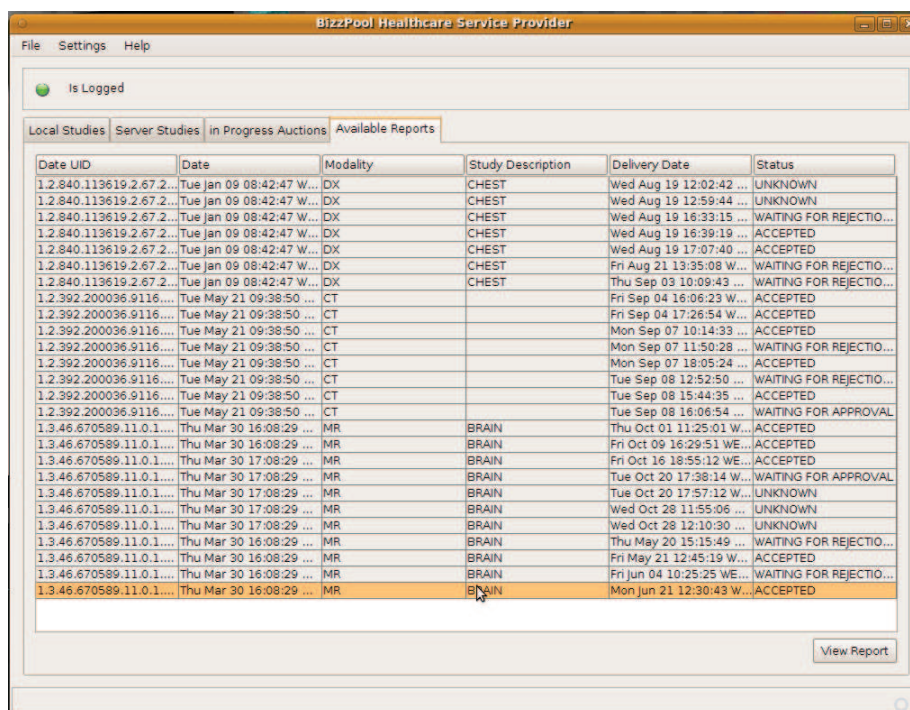
Uma amostra simples do relatório é apresentado na Figura B.23, contendo informação estrutural do paciente (que permitirá a sua referênciação em termos de Sistema de Informação Radiológico), bem como o conteúdo do relatório criado pelo vendedor.



**Patient Name:** MR/BRAIN/GRASE/1024  
**Patient Gender:** M  
**Patient Birth Date:** 1900-12-31T23:59:28Z  
  
**Patient Study UID:** 1.3.46.670589.11.0.1.1996082307380006  
**Patient Study Modality:** MR  
  
**Report:**  
 Relatório final

Figura B.23: Estrutura de relatório pdf, conforme é descarregado pelo comprador.

Após a aceitação, o comprador poderá verificar o estado do leilão como estando Aceite e concluído, conforme se pode verificar na Figura B.24.



The screenshot shows the 'BizzPool Healthcare Service Provider' application window. It has a menu bar with 'File', 'Settings', and 'Help'. Below the menu is a status bar that says 'Is Logged'. There are four tabs: 'Local Studies', 'Server Studies', 'In Progress Auctions', and 'Available Reports'. The 'Available Reports' tab is selected, displaying a table with the following columns: 'Date UID', 'Date', 'Modality', 'Study Description', 'Delivery Date', and 'Status'.

Date UID	Date	Modality	Study Description	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:02:42 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:59:44 ...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:33:15 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:39:19 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Wed Aug 19 17:07:40 ...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Fri Aug 21 13:35:08 W...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.840.113619.2.67.2...	Tue Jan 09 08:42:47 W...	DX	CHEST	Thu Sep 03 10:09:43 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 16:06:23 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Fri Sep 04 17:26:54 W...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 10:14:33 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 11:50:28 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Mon Sep 07 18:05:24 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 12:52:50 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 15:44:35 ...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116...	Tue May 21 09:38:50 ...	CT		Tue Sep 08 16:06:54 ...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu Oct 01 11:25:01 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 09 16:29:51 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Oct 16 18:55:12 WE...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:38:14 W...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:57:12 W...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 11:55:06 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 17:08:29 ...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 12:10:30 ...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Thu May 20 15:15:49 ...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri May 21 12:45:19 W...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Fri Jun 04 10:25:25 WE...	WAITING FOR REJECTIO...
1.3.46.670589.11.0.1...	Thu Mar 30 16:08:29 ...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43 W...	ACCEPTED

At the bottom right of the table area is a button labeled 'View Report'.

Figura B.24: Verificação do estado do processo, após aceitação, por parte do comprador.

Caso rejeite, terá que preencher uma justificação, que será enviada para o painel de avaliação para que seja efectuada uma segunda verificação do relatório e seja dada procedência, ou não, à reclamação. A caixa de justificação é apresentada na Figura B.25.

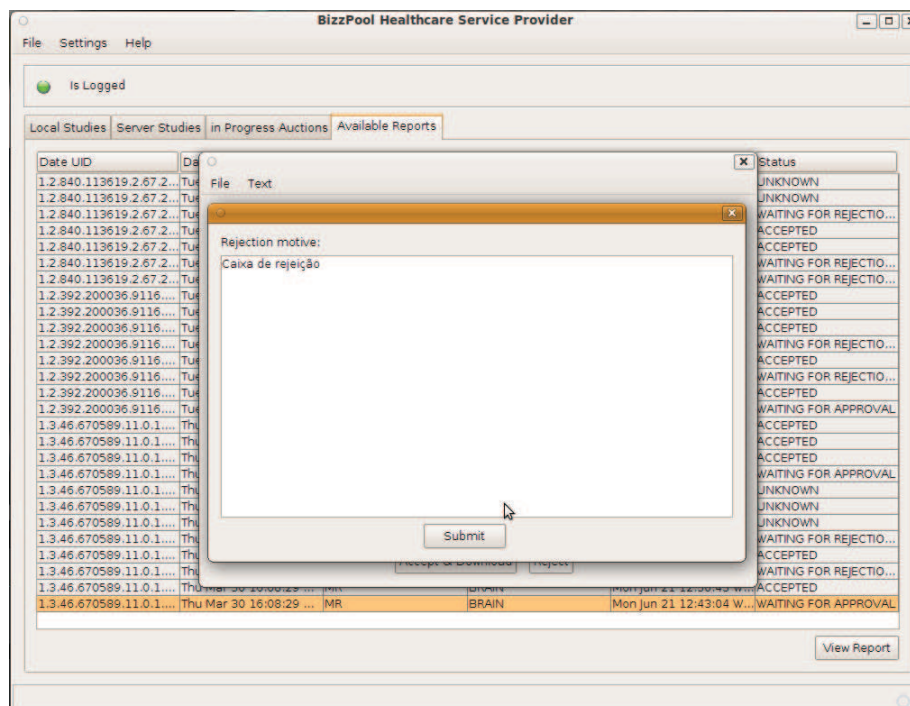


Figura B.25: Caixa de justificação de rejeição de relatório por parte do comprador.

Enquanto a reclamação não é processada, o estado do processo fica pendente como “Aguardando por justificação de rejeição”, conforme é visível na Figura B.26.

The screenshot shows the BizzPool Healthcare Service Provider application with a table of reports. The table has columns: Date UID, Date, Modality, Study Description, Delivery Date, and Status. The status column shows various states like UNKNOWN, WAITING FOR REJECTION AP..., ACCEPTED, and WAITING FOR APPROVAL.

Date UID	Date	Modality	Study Description	Delivery Date	Status
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:02:42 WES...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Wed Aug 19 12:59:44 WES...	UNKNOWN
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:33:15 WES...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Wed Aug 19 16:39:19 WES...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Wed Aug 19 17:07:40 WES...	ACCEPTED
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Fri Aug 21 13:35:08 WEST...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.2.840.113619.2.67.2.158...	Tue Jan 09 08:42:47 WET 2...	DX	CHEST	Thu Sep 03 10:09:43 WEST...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Fri Sep 04 16:06:23 WEST...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Fri Sep 04 17:26:54 WEST...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Mon Sep 07 10:14:33 WES...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Mon Sep 07 11:50:28 WES...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Mon Sep 07 18:05:24 WES...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Tue Sep 08 12:52:50 WEST...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Tue Sep 08 15:44:35 WEST...	ACCEPTED
1.2.392.200036.9116.2.7.1...	Tue May 21 09:38:50 WEST...	CT		Tue Sep 08 16:06:54 WEST...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Thu Oct 01 11:25:01 WEST...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Fri Oct 09 16:29:51 WEST 2...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 17:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Fri Oct 16 18:55:12 WEST 2...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 17:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:38:14 WEST...	WAITING FOR APPROVAL
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 17:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Tue Oct 20 17:57:12 WEST...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 17:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 11:55:06 WET...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 17:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Wed Oct 28 12:10:30 WET...	UNKNOWN
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Thu May 20 15:15:49 WEST...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Fri May 21 12:45:19 WEST...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Fri Jun 04 10:25:25 WEST 2...	WAITING FOR REJECTION AP...
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:30:43 WEST...	ACCEPTED
1.3.46.670589.11.0.1.1996...	Thu Mar 30 16:08:29 WEST...	MR	BRAIN	Mon Jun 21 12:43:04 WEST...	WAITING FOR REJECTION AP...

Figura B.26: Verificação do estado do processo, após rejeição, por parte do comprador.

Após a realização desta segunda opinião, o trabalho desenvolvido pelo vendedor será, em definitivo, aceite ou rejeitado, sendo o processamento financeiro da transacção concretizado de acordo com os montantes acordados no leilão entretanto realizado.

## C.Anexo C

Este anexo contém um conjunto de tabelas auxiliares do plano de negócios descrito na secção 6.3.3.

Em termos de mapa de *cash flow* previsional, teremos a Tabela C.1:

Tabela C.1: Mapa de *cash flow* previsional.

	0	1	2	3	4	5
<b>Meios Libertos do Projecto</b>						
Resultados Operacionais (EBIT) x (1-IRC)	-187.673	-68.036	-49.773	35.593	312.491	499.890
Amortizações do exercício			464	2.322	6.038	10.683
Provisões do exercício						
	-187.673	-68.036	-49.309	37.916	318.529	510.573
<b>Investim./Desinvest. em Fundo Maneio</b>						
Fundo de Maneio	-10	-7.579	-857	-5.510	-17.660	-11.927
<b>CASH FLOW de Exploração</b>	-187.683	-75.615	-50.165	32.406	300.868	498.646
<b>Investim./Desinvest. em Capital Fixo</b>						
Capital Fixo			-2.322	-9.290	-18.579	-23.224
<b>Free cash-flow</b>	-187.683	-75.615	-52.488	23.116	282.289	475.422
<b>CASH FLOW acumulado</b>	-187.683	-263.297	-315.785	-292.669	-10.379	465.043

Em termos de plano de financiamento, teremos a Tabela C.2:

Tabela C.2: Plano de financiamento.

	0	1	2	3	4	5
<b>ORIGENS DE FUNDOS</b>						
Meios Libertos Brutos	-250.230	-90.714	-65.900	49.780	422.692	677.203
Capital Social (entrada de fundos)	10.000					
Empréstimos Obtidos		7.700	3.200			
Desinvest. em Capital Fixo						
Desinvest. em FMN						
Empréstimos de sócios / suprimentos						
Proveitos Financeiros						4.060
<b>Total das Origens</b>	-240.230	-83.014	-62.700	49.780	422.692	681.263
<b>APLICAÇÕES DE FUNDOS</b>						
Inv. Capital Fixo			2.322	9.290	18.579	23.224
Inv. Fundo de Maneio	10	7.579	857	5.510	17.660	11.927
Imposto sobre os Lucros						
Pagamento de Dividendos						
Reembolso de Empréstimos		1.540	2.180	2.180	2.180	2.180
Encargos Financeiros	12.644	18.566	23.213	22.593	3.442	142
<b>Total das Aplicações</b>	12.654	27.685	28.572	39.572	41.861	37.472
<b>Saldo de Tesouraria Anual</b>	-252.884	-110.699	-91.272	10.208	380.831	643.790
<b>Saldo de Tesouraria Acumulado</b>	-252.884	-363.583	-454.855	-444.647	-63.816	579.975
<b>Aplicações / Empréstimo Curto Prazo</b>	-252.884	-363.583	-454.855	-444.647	-63.816	579.975

Em termos de activos, teremos a Tabela C.3:



Tabela C.3: Activo.

	0	1	2	3	4	5
<b>ACTIVO</b>						
<b>Imobilizado</b>						
Imobilizado Incorpóreo						
Imobilizado Corpóreo			2.322	11.612	30.191	53.415
Amortizações Acumuladas			464	2.787	8.825	19.508
<b>Existências</b>						
Matérias Primas e Subsidiárias						
Produtos Acabados e em Curso						
Mercadorias						
<b>Créditos de curto prazo</b>						
Dívidas de Clientes		8.198	15.562	47.627	93.574	117.530
Estado e Outros Entes Públicos						
Outros devedores						
<b>Disponibilidades</b>	23.400	23.400	23.400	23.400	23.400	23.400
<b>Aplicações Financeiras</b>						579.975
<b>Acréscimos e Diferimentos</b>						
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>23.400</b>	<b>31.598</b>	<b>40.820</b>	<b>79.852</b>	<b>138.340</b>	<b>754.812</b>

Em termos de passivo, teremos a Tabela C.4:

Tabela C.4: Passivo.

<b>PASSIVO</b>						
<b>Provisão para impostos</b>						
<b>Dívidas a 3º - M/L Prazo</b>						
Dívidas a Instituições de Crédito		6.160	7.180	5.000	2.820	640
Dívidas a Fornecedores de Imob						
Suprimentos						
Outros credores						
<b>Dívidas a 3º - Curto Prazo</b>						
Dívidas a Instituições de Crédito	252.884	363.583	454.855	444.647	63.816	
Dívidas a Fornecedores	21.780	13.356	18.099	36.562	44.780	42.943
Estado e Outros Entes Públicos	1.610	10.653	12.418	20.510	40.578	216.141
Outros credores						
<b>Acréscimos e Diferimentos</b>						
<b>TOTAL PASSIVO</b>	<b>276.274</b>	<b>393.752</b>	<b>492.551</b>	<b>506.719</b>	<b>151.994</b>	<b>259.724</b>

Sendo o capital próprio apresentado na Tabela C.5:

Tabela C.5: Capital Próprio.

	0	1	2	3	4	5
<b>CAPITAL PRÓPRIO</b>						
Capital Social	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Suprimentos						
Prestações Suplementares						
Reservas de reavaliação						
Reservas e Resultados Transitados		-262.874	-372.154	-461.731	-436.866	-23.654
Resultados Líquidos	-262.874	-109.280	-89.577	24.865	413.212	508.742
<b>TOTAL CAPITAIS PRÓPRIOS</b>	<b>-252.874</b>	<b>-362.154</b>	<b>-451.731</b>	<b>-426.866</b>	<b>-13.654</b>	<b>495.088</b>
<b>TOTAL PASSIVO + CAPITAIS PRÓPRIOS</b>	<b>23.400</b>	<b>31.598</b>	<b>40.820</b>	<b>79.852</b>	<b>138.340</b>	<b>754.812</b>

# Referências

---

- [1] Direcção Geral de Saúde, *Plano Nacional de Saúde 2004-2010: mais saúde para todos*, Direcção Geral de Saúde ed., 2004.
- [2] D. F. Polónia, *et al.*, "Um Data Center para a Saúde em Portugal: Análise de Viabilidade Técnico-Económica," 2003.
- [3] D. F. Polónia, *et al.*, "A business process model for the public health information systems: A governmental perspective," in *ICEIS 2004: Sixth International Conference on Enterprise Information Systems*, 2004, pp. p. 573 - 576.
- [4] D. F. Polónia, *et al.*, "Health information systems and telematics: a best breed evaluation framework for the Portuguese case," in *2005 EHMA Annual Conference: Managing Innovation in the Health Sector*, 2005, pp. p. 20-20.
- [5] D. F. Polónia, *et al.*, "Architecture Evaluation for the Implementation of a Regional Integrated Electronic Health Record," in *MIE 2005: Connecting Medical Informatics and Bio-Informatics*, 2005, pp. p. 379-384.
- [6] D. F. Polónia, *et al.*, "Overview of Information Systems Training in Portuguese Medicine Courses," in *Health and Medical Informatics Applications - Educational Aspects: European Federation of Medical Informatics Special Topic Conference 2005*, 2005, pp. p. 128-130.
- [7] D. F. Polónia, *et al.*, "PACS procurement planning and negotiation strategies for regional health institutions in the National Health Service of an EU country," in *CARS 2007 - 21th International Congress and Exhibition: Computer Assisted Radiology and Surgery*, 2007, pp. p. S 311 - S 313.
- [8] D. F. Polónia, *et al.*, "A model to optimize the use of imaging equipment and human skills scattered in very large geographical areas," *Iceis 2007: Proceedings of the Ninth International Conference on Enterprise Information Systems*, pp. 208-212, 2007.
- [9] D. F. Polónia, *et al.*, "A PACS based GRID of resources," in *EuroPACS 2006: 24th International EuroPACS Conference*, 2006, pp. p. -.
- [10] D. F. Polónia, *et al.*, "Optimizing PACS and imaging resources," in *MIE 2006: the 20th International Congress of the European Federation for Medical Informatics*, 2006, pp. p. 339 - 344.

- [11] D. F. Polónia, *et al.*, "Inequality problems in the distribution of radiologists in Portugal : Requirements for the creation of an imaging marketplace," presented at the eChallenges 2009, Istanbul, Turkey, 2009.
- [12] D. F. Polónia, *et al.*, "Brokerage mechanism proposal for teleradiology studies distribution - art. no. 691906," in *Medical Imaging 2008: Pacs and Imaging Informatics*. vol. 6919, K. P. Andriole and K. M. Siddiqui, Eds., 2008, pp. 91906-91906.
- [13] D. F. Polónia, *et al.*, "A Prespective Study on the Integration of Microarray Data in HIS/EPR," in *ISBMDA 2006: 7th International Symposium, ISBMDA 2006*, 2006, pp. p. 231 - 239.
- [14] A. S. Pereira, *et al.*, "Infobiomed - Project handbook quality assurance plan," 2003.
- [15] I. Cruz, *et al.*, "Projecto RTS - Relatório de Análise de Processos e Fluxos de Informação: Relatório Técnico," 2005.
- [16] I. Cruz, *et al.*, "Projecto RTS - Relatório de Análise de Processos e Fluxos de Informação: Sumário Executivo," 2005.
- [17] I. Cruz, *et al.*, "Projecto RTS - Relatório de Especificação Detalhada de Procedimentos: Relatório Técnico," 2005.
- [18] N. J. Squibb, "Video transmission for telemedicine," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 5, pp. 1-10, 1999.
- [19] M. J. Field, *A Guide to Assessing Telecommunications in Health Care*. Washington, DC: National Academy Press, 1996: Institute of Medicine of the National Academy of Sciences, 1998.
- [20] J. H. Thrall, "Teleradiology - Part I. History and clinical applications," *Radiology*, vol. 243, pp. 613-617, Jun 2007.
- [21] S. N. Singh and R. M. Wachter, "Perspectives on medical outsourcing and telemedicine - Rough edges in a flat world?," *New England Journal of Medicine*, vol. 358, pp. 1622-1627, 2008.
- [22] R. H. Miller and I. Sim, "Physicians' use of electronic medical records: Barriers and solutions," *Health Affairs*, vol. 23, pp. 116-126, Mar-Apr 2004.
- [23] American College of Radiology, "ACR Technical Standard for Teleradiology," ACR ed. [http://www.acr.org/Hidden/Economics/FeaturedCategories/mps/medicare\\_info/tele/radiology/ACRTechnicalStandardsDoc4.aspx](http://www.acr.org/Hidden/Economics/FeaturedCategories/mps/medicare_info/tele/radiology/ACRTechnicalStandardsDoc4.aspx): ACR, 2003, p. 10.
- [24] V. Daucourt, *et al.*, "Cost-minimization analysis of a wide-area teleradiology network in a French region," *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 18, pp. 287-293, Aug 2006.
- [25] A. Kalyanpur, *et al.*, "Implementation of an international teleradiology staffing model," *Radiology*, vol. 232, pp. 415-419, Aug 2004.
- [26] B. I. Reiner, *et al.*, "Multi-institutional analysis of computed and direct radiography - Part II. Economic analysis," *Radiology*, vol. 236, pp. 420-426, Aug 2005.

- [27] B. I. Reiner, *et al.*, "Multi-institutional analysis of computed and direct radiography - Part I. Technologist productivity," *Radiology*, vol. 236, pp. 413-419, Aug 2005.
- [28] American College of Radiology and National Electrical Manufacturers Association, "DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine version 3.0," 1992.
- [29] C. E. Kahn Jr, *et al.*, "DICOM and Radiology: Past, Present, and Future," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 4, p. 5, 2007.
- [30] R. J. Cruz-Correia, *et al.*, "Reviewing the integration of patient data: how systems are evolving in practice to meet patient needs," *Bmc Medical Informatics and Decision Making*, vol. 7, 2007.
- [31] D. Tomczak. (2002) Demystifying RIS/PACS Integration | September 2002 | Imaging Economics. *Imaging Economics*. Available: [http://www.imagingeconomics.com/issues/articles/2002-09\\_03.asp](http://www.imagingeconomics.com/issues/articles/2002-09_03.asp)
- [32] B. F. Branstetter, "Basics of imaging informatics: Part 1," *Radiology*, vol. 243, pp. 656-667, Jun 2007.
- [33] B. F. Branstetter, "Basics of imaging informatics: Part 2," *Radiology*, vol. 244, pp. 78-84, Jul 2007.
- [34] E. Siegel and B. Reiner, "Work flow redesign: The key to success when using PACS," *American Journal of Roentgenology*, vol. 178, pp. 563-566, Mar 2002.
- [35] M. Castells. (1999, August 28th. 2008). The Social Implications of Information & Communication Technologies. *UNESCO's World Social Science Report* [Electronic Article]. Available: [http://glotta.ntua.gr/IS-Social/Knowledge-Social/castells\\_social-implications-info-comm-tech.pdf](http://glotta.ntua.gr/IS-Social/Knowledge-Social/castells_social-implications-info-comm-tech.pdf)
- [36] C. Group, "Canada Health Infoway: Diagnostic Imaging Business Model," Canada Health Infoway2005.
- [37] J. H. Sunshine and C. Meghea, "How could the radiologist shortage have eased?," *American Journal of Roentgenology*, vol. 187, pp. 1160-1165, Nov 2006.
- [38] T. L. Ebbert, *et al.*, "The state of teleradiology in 2003 and changes since 1999," *American Journal of Roentgenology*, vol. 188, pp. W103-W112, Feb 2007.
- [39] Instituto Nacional de Estatística, "População e condições sociais." Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, 2006.
- [40] D. E. Malone, "Evidence-based practice in radiology: An introduction to the series," *Radiology*, vol. 242, pp. 12-14, 2007.
- [41] P. L. Reichertz, "Hospital information systems - Past, present, future," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 75, pp. 282-299, Mar-Apr 2006.
- [42] R. Haux, "Health information systems - past, present, future," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 75, pp. 268-281, Mar-Apr 2006.
- [43] H. Huang, *PACS and imaging informatics: basic principles and applications*, 2004.
- [44] P. Ross, *et al.*, "Cross-border teleradiology-Experience from two international teleradiology projects," *European Journal of Radiology*, vol. 73, pp. 20-25, 2010.

- [45] S. G. Campbell, *et al.*, "The Internet and electronic transmission of medical records," *Journal of Clinical Monitoring*, vol. 13, pp. 325-334, 1997.
- [46] P. Ruotsalainen, "Privacy and security in teleradiology," *European Journal of Radiology*, vol. 73, pp. 31-35, 2010.
- [47] J. Myers, *et al.*, "Privacy and public health at risk: Public health confidentiality in the digital age," *American Journal of Public Health*, vol. 98, pp. 793-801, 2008.
- [48] J. Mohan and R. R. R. Yaacob, "The Malaysian Telehealth Flagship Application: a national approach to health data protection and utilisation and consumer rights," in *Meeting of the IMIA Working Group 4*, Varenna, ITALY, 2003, pp. 217-227.
- [49] D. Gritzalis and C. Lambrinoudakis, "A security architecture for interconnecting health information systems," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 73, pp. 305-309, 2004.
- [50] A. Bakker, "Security in perspective: luxury or must?," in *IMIA Working-Group-4 Working Conference on Common Security Solutions for Communicating Patient Data*, Osaka, Japan, 1997, pp. 31-37.
- [51] A. Bourka, *et al.*, "Interoperability among healthcare organizations acting as certification authorities," *Ieee Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 7, pp. 364-377, 2003.
- [52] H. Nyquist, "Certain topics in telegraph transmission theory (Reprinted from Transactions of the A. I. E. E., February, pg 617-644, 1928)," *Proceedings of the Ieee*, vol. 90, pp. 280-305, 2002.
- [53] C. E. Shannon, "COMMUNICATION IN THE PRESENCE OF NOISE (REPRINTED)," *Proceedings of the Ieee*, vol. 72, pp. 1192-1201, 1984.
- [54] A. M. Odlyzko, "Internet traffic growth: Sources and implications," in *Optical Trnsmission Systems and Equipment for Wdm Networking Ii*. vol. 5247, B. B. Dingel, *et al.*, Eds., Bellingham: Spie-Int Society Optical Engineering, 2003, pp. 1-15.
- [55] K. M. McNeill, "Radiology: "Killer app" for next generation networks?," *Journal of Digital Imaging*, vol. 17, pp. 28-36, 2004.
- [56] E. H. Shortliffe, "Health care and the next generation Internet," *Annals of Internal Medicine*, vol. 129, pp. 138-140, 1998.
- [57] C. Feied, "Telecommunications and the next generation Internet for health care," *Annals of Emergency Medicine*, vol. 38, pp. 293-302, 2001.
- [58] T. L. Friedman, *The world is flat: a brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus, 2006.
- [59] G. W. L. Boland, "The Radiology World Is Flat: Problems or Solutions for Radiologists?," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 4, pp. 754-757, 2007/11 2007.
- [60] M. Bhargavan and J. H. Sunshine, "Utilization of radiology services in the United States: Levels and trends in modalities, regions, and populations," *Radiology*, vol. 234, pp. 824-832, Mar 2005.

- [61] F. Levy, "Offshoring and Radiology," A. Goelman, Ed., 2005, p. 20.
- [62] E. E. Leamer, "A flat world, a level playing field, a small world after all, or none of the above?," 2006.
- [63] A. Milstein and M. Smith, "Will the surgical world become flat?," *Health Affairs*, vol. 26, pp. 137-141, Jan-Feb 2007.
- [64] OECD. OECD Health Data [Online]. Available: <http://www.ecosante.fr/index2.php?base=OCDE&langh=ENG&langs=FRA>
- [65] R. Steinbrook, "The age of teleradiology," *New England Journal of Medicine*, vol. 357, pp. 5-7, 2007.
- [66] R. M. Wachter, "International teleradiology," *New England Journal of Medicine*, vol. 354, pp. 662-663, 2006.
- [67] T. R. McLean and E. P. Richards, "Teleradiology: A case study of the economic and legal considerations in international trade in telemedicine," *Health Affairs*, vol. 25, pp. 1378-1385, Sep-Oct 2006.
- [68] E. L. Ridley, "Teleradiology offers opportunities, challenges," in *Aunt Minnie.com*, 2008.
- [69] S. K. Mun, *et al.*, "Teleradiology and emerging business models," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 11, pp. 271-275, 2005.
- [70] A. Licurse, *et al.*, "Update on the Diagnostic Radiology Employment Market: Findings Through 2005," *Am. J. Roentgenol.*, vol. 187, pp. W249-254, 2006.
- [71] F. Levy, *et al.* (2006, Paging Dr. Gupta: The barriers to reading MRIs long distance. *MILKEN INSTITUTE REVIEW* 8(2), 64-72. Available: [http://www.milkeninstitute.org/publications/review/2006\\_6/64\\_72mr30.pdf](http://www.milkeninstitute.org/publications/review/2006_6/64_72mr30.pdf)
- [72] I. Iakovidis, *et al.*, "Biomedical engineering and eHealth in Europe - Outcomes and challenges of post and current EU research programs," *Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 26, pp. 26-28, May-Jun 2007.
- [73] *Proposta de directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à aplicação dos direitos dos doentes em matéria de cuidados de saúde transfronteiriços*, Comissão Europeia, 2008.
- [74] "Tratado de Lisboa - Versões consolidadas do Tratado da União Europeia e do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia," 2009.
- [75] C. Ratner. 2009, European Directive on cross-border healthcare encounters opposition. *International Medical Travel Journal*. Available: <http://www.imtjonline.com/articles/2009/european-directive-on-cross-border-healthcare-30031/>
- [76] Associação Portuguesa de Telemedicina, "III Encontros de Conímbriga - Telemedicina, novas tecnologias, novas mentalidades." Conímbriga, 2008.
- [77] [www.ligarportugal.pt](http://www.ligarportugal.pt), *Ligar Portugal, Um programa de acção integrado*: Ministério da Ciencia, Tecnologia e Ensino Superior, 2005.



- [78] M. J. G. Monteiro, "Avaliação de um sistema de teleradiologia na Sub-Região de Saúde de Bragança - Evaluation of a teleradiology system in the health sub-region of Bragança," Masters, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2008.
- [79] L. V. Lapao, "Survey on the status of the hospital information systems in Portugal," *Methods of Information in Medicine*, vol. 46, pp. 493-499, 2007.
- [80] Hospital do Futuro, "Conclusões Workshop "A Teleradiologia e a Centralização de Dados de Pacientes: da Teoria à Realidade"." Lisboa, 2009.
- [81] *Código Deontológico da Ordem dos Médicos*, Ordem dos Médicos, 2009.
- [82] European Society of Radiology, Ed., *Good Practice Guide for European Radiologists*. 2006.
- [83] J. H. Thrall, "Reinventing radiology in the digital age - Part I. The all-digital department," *Radiology*, vol. 236, pp. 382-385, 2005.
- [84] J. H. Thrall, "Reinventing radiology in the digital age Part II. New directions and new stakeholder value," *Radiology*, vol. 237, pp. 15-18, Oct 2005.
- [85] J. H. Thrall, "Reinventing radiology in the digital age - Part III. Facilities, work processes, and job responsibilities," *Radiology*, vol. 238, pp. 790-793, 2006.
- [86] Integrating the Healthcare Enterprise. (2008). *Current Technical Framework - Revision 9.0*. Available: [http://www.ihe.net/technical\\_framework/](http://www.ihe.net/technical_framework/)
- [87] Integrating the Healthcare Enterprise. (2010). *Where in the World is CDA and XDS*.
- [88] K. P. Andriole and R. Khorasani, "Cloud Computing: What Is It and Could It Be Useful?," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 7, pp. 252-254, 2010.
- [89] R-Bay Consortium, "Final project report - R-Bay; Creating an eMarketplace for the transfer of imaging related eHealth services in Europe.," 31/05/2009.
- [90] J. Hoeksma. (2010, 23 June 2010) CareStream launches cloud-based PACS. *eHealth Europe*. Available: [http://www.ehealthurope.net/news/6003/carestream\\_launches\\_cloud-based\\_pacs](http://www.ehealthurope.net/news/6003/carestream_launches_cloud-based_pacs)
- [91] J. L. Oliveira, *et al.*, "Indexing and retrieving dicom data in disperse and unstructured archives " *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* vol. 4, pp. 71-77, 2009.
- [92] L. Ribeiro, *et al.*, "A proxy of DICOM services.." San Diego, CA, USA: Proceedings of SPIE. Medical Imaging 2010: PACS and Imaging Informatics., 2010.
- [93] L. S. Ribeiro, *et al.*, "EMAIL-P2P GATEWAY to Distributed Medical Imaging Repositories.," HealthInf 2010. Valencia, Spain. ed, 2010.
- [94] B. S. Chasin, *et al.*, "Medical errors arising from outsourcing laboratory and radiology services," *American Journal of Medicine*, vol. 120, 2007.
- [95] H. P. Forman, "Offshoring, teleradiology and the future of our specialty," *American Journal of Roentgenology*, vol. 186, pp. A9-A10, Feb 2006.
- [96] D. J. Altman and R. B. Gunderman, "Outsourcing: a primer for radiologists," *J Am Coll Radiol*, vol. 5, pp. 893-9, Aug 2008.

- [97] P. P. Barros, "Convergence and information technologies - the experience of Greece, Portugal and Spain," *Applied Economics Letters*, vol. 9, pp. 675-680, Aug 2002.
- [98] E. A. de Castro and C. Jensen-Butler, "Demand for information and communication technology-based services and regional economic development," *Papers in Regional Science*, vol. 82, pp. 27-50, 2003.
- [99] A. M. Pereira and J. M. Andraz, "Public investment in transportation infrastructures and regional asymmetries in Portugal," *Annals of Regional Science*, vol. 40, pp. 803-817, 2006.
- [100] Saúde XXI, "Actualização da Avaliação Intercalar do Programa Operacional da Saúde - Update on the Interim Evaluation Report of the Health care Operational Report," 2005.
- [101] Saúde XXI, "Relatório de Execução 2007 do Saúde XXI - Execution Report Saúde XXI," 2007.
- [102] P. Santana, "Ageing in Portugal: regional inequities in health and health care," *Social Science & Medicine*, vol. 50, pp. 1025-1036, 2000.
- [103] S. M. Nerland and T. P. Hagen, "Access to specialist health care in Norway: Did the hospital reform of 2002 lead to improved equality of access?," *Tidsskrift for Samfunnsforskning*, vol. 49, pp. 37-71, 2008.
- [104] M. D. Oliveira and G. Bevan, "Measuring geographic inequities in the Portuguese health care system: an estimation of hospital care needs," *Health Policy*, vol. 66, pp. 277-293, Dec 2003.
- [105] M. D. Oliveira and C. G. Pinto, "Health care reform in Portugal: an evaluation of the NHS experience," *Health Economics*, vol. 14, pp. S203-S220, Sep 2005.
- [106] D. McIntyre, *et al.*, "What are the economic consequences for households of illness and of paying for health care in low- and middle-income country contexts?," *Social Science & Medicine*, vol. 62, pp. 858-865, 2006.
- [107] T. C. Ricketts and L. J. Goldsmith, "Access in health services research: The battle of the frameworks," *Nursing Outlook*, vol. 53, pp. 274-280, 2005.
- [108] B. Obrist, *et al.*, "Access to health care in contexts of livelihood insecurity: A framework for analysis and action," *Plos Medicine*, vol. 4, pp. 1584-1588, 2007.
- [109] O. A. Arah, *et al.*, "A conceptual framework for the OECD health care quality indicators project," *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 18, pp. 5-13, 2006.
- [110] C. Furtado and J. Pereira, "Equidade e Acesso aos Cuidados de Saúde," unpublished.
- [111] E. van Doorslaer, *et al.*, "Equity in the use of physician visits in OECD countries: has equal treatment for equal need been achieved?," OECD, Paris 2002.
- [112] J. Pereira *et al.*, "Income-related inequality in health care in relation to inequalities in need," *European Journal of Health Economics*, vol. 7(Suppl. 1): S77, 2006.



- [113] Instituto Nacional de Estatística, "População e condições sociais - Population and Social Conditions." Lisboa: Instituto Nacional de Estatística - National Statistics Institute, 2000-2007.
- [114] E. Soukiazis and S. Proenca, "Tourism as an alternative source of regional growth in Portugal: a panel data analysis at NUTS II and III levels," *Portuguese Economic Journal*, vol. 7, pp. 43-61, 2008.
- [115] D. C. Levin, *et al.*, "Turf wars in radiology: The quality of imaging facilities operated by nonradiologist physicians and of the images they produce," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 1, pp. 649-651, 2004.
- [116] D. C. Levin and V. M. Rao, "Turf wars in radiology: The quality of interpretations of imaging studies by nonradiologist physicians--a patient safety issue?," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 1, pp. 506-509, 2004.
- [117] J. Sunshine, *et al.*, "Radiology performed by nonradiologists in the United States: who does what?," *Am. J. Roentgenol.*, vol. 161, pp. 419-429, August 1, 1993 1993.
- [118] K. B. Lysdahl and I. Borretzen, "Geographical variation in radiological services: a nationwide survey," *Bmc Health Services Research*, vol. 7, Feb 2007.
- [119] J. A. Macinko and B. Starfield, "Annotated Bibliography on Equity in Health, 1980-2001," *International Journal for Equity in Health*, vol. 1, pp. 1-20, 2002.
- [120] D. R. Gwatkin, "10 best resources on... health equity," *Health Policy and Planning*, vol. 22, pp. 348-351, Sep 2007.
- [121] P. Braveman, "Health disparities and health equity: Concepts and measurement," *Annual Review of Public Health*, vol. 27, pp. 167-194, 2006.
- [122] M. Whitehead, "THE CONCEPTS AND PRINCIPLES OF EQUITY AND HEALTH," *International Journal of Health Services*, vol. 22, pp. 429-445, 1992.
- [123] A. Wagstaff, "Poverty and health sector inequalities," *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 80, pp. 97-105, 2002.
- [124] M. Munga and O. Maestad, "Measuring inequalities in the distribution of health workers: the case of Tanzania," *Human Resources for Health*, vol. 7, p. 4, 2009.
- [125] Pan American Health Organization, "Measuring Inequalities in Health: Gini Coefficient and Concentration Index," vol. 22. Epidemiological Bulletin: Pan American Health Organization, 2001.
- [126] Gastwirt.Jl, "ESTIMATION OF LORENZ-CURVE AND GINI-INDEX," *Review of Economics and Statistics*, vol. 54, pp. 306-316, 1972.
- [127] M. C. Schneider, *et al.*, "Trends in infant mortality inequalities in the Americas: 1955-1995," *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 56, pp. 538-541, 2002.
- [128] M. C. Brown, "USING GINI-STYLE INDEXES TO EVALUATE THE SPATIAL PATTERNS OF HEALTH PRACTITIONERS - THEORETICAL CONSIDERATIONS AND AN APPLICATION BASED ON ALBERTA DATA," *Social Science & Medicine*, vol. 38, pp. 1243-1256, 1994.

- [129] Instituto Nacional de Estatística, "Population and Social Conditions - Health," 2005.
- [130] "Portaria 54/2010," 2010, p. 212.
- [131] S. Hagens, *et al.*, "Findings from Evaluations of the Benefits of Diagnostic Imaging Systems," in *Advances in Information Technology and Communication in Health*, vol. 143, J. G. McDaniel, Ed., Amsterdam: I O S Press, 2009, pp. 136-141.
- [132] G. Mrak, *et al.*, "Telemedicine in neurosurgery - teleradiology connections in the Republic of Croatia," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 15, pp. 142-144, 2009.
- [133] Administração Regional de Saúde do Alentejo, "Telemedicina no Alentejo 1998-2008 - Telemedicine in Alentejo 1998-2008," Administração Regional de Saúde do Alentejo, IP, Évora 2008.
- [134] Y. Bakos, "The emerging role of electronic marketplaces on the Internet," *Communications of the Acm*, vol. 41, pp. 35-42, Aug 1998.
- [135] M. Smits and R. Janssen, "Impact of Electronic Auctions on Health Care Markets," *Electronic Markets*, vol. 18, p. 10, 2008.
- [136] O. Tafreschi, *et al.*, "A reputation system for electronic negotiations," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 30, pp. 351-360, 2008.
- [137] B. I. Reiner, *et al.*, "Quality assurance: The missing link," *Radiology*, vol. 238, pp. 13-15, Jan 2006.
- [138] J. J. You, *et al.*, "Impact of picture archiving communication systems on rates of duplicate imaging: a before-after study," *Bmc Health Services Research*, vol. 8, 2008.
- [139] S. Feldman, "Electronic marketplaces," *Ieee Internet Computing*, vol. 4, pp. 93-95, Jul-Aug 2000.
- [140] American College of Radiology and National Electrical Manufacturers Association, "DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine version 3.0, Part 4: Service Class Specifications," 2007.
- [141] O. S. Pianykh, *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival Guide*: Springer, 2008.
- [142] C. Costa, *et al.*, "Design, development, exploitation and assessment of a Cardiology Web PACS," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 93, pp. 273-282, 2009.
- [143] V. P. Jackson, *et al.*, "RADPEER scoring white paper," *J Am Coll Radiol*, vol. 6, pp. 21-5, Jan 2009.
- [144] E. G. M. Serrallonga, C. Schorlemmer, B. Norén, G. McInnes, S. Doménech, H. Billing, "Quality control of reports in a teleradiology environment. Experience and results of a 12 month study," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, pp. 155-163, Friday, May 16, 2008 2008.

- [145] J. Chevalier and A. Goolsbee, "ARE DURABLE GOODS CONSUMERS FORWARD-LOOKING? EVIDENCE FROM COLLEGE TEXTBOOKS," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 124, pp. 1853-1884, 2009.
- [146] European Commission, "Proposal for a Directive on the application of patients' rights in cross-border healthcare.," D. Health, Ed. Brussels: European Commission, 2008.
- [147] European Commission, "Results of the consultation regarding community action on health services.," D. Health, Ed. Brussels: European Commission, 2008.
- [148] *Yvonne Watts vs. Bedford Primary Care Trust and Secretary of State for Health*, European Court of Justice, 2007.
- [149] European Commission, "Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997." Luxembourg, 1997.
- [150] Standing Committee of European Doctors, "Luxembourg Declaration on Patient Safety, Attached to the response of the Standing Committee of European Doctors – "Cons. regarding community action on health services - Reply 89".", 2007.
- [151] M. Rigby, "Consultation regarding community action on health services - Reply 54," 2007.
- [152] Irish Nurses Organization, "Consultation regarding community action on health services - Reply 90," 2007.
- [153] S. Golding, "Consultation regarding community action on health services - Reply 1," 2007.
- [154] Royal College of Radiologists, "Consultation regarding community action on health services - Reply 10," 2007.
- [155] ANBO, "Consultation regarding community action on health services - Reply 34," 2007.
- [156] European Medical Students Association, "Consultation regarding community action on health services - Reply 101," 2007.
- [157] Royal College of Radiologists-Breasts Group, "Consultation regarding community action on health services - Reply 114," 2007.
- [158] Royal Belgian Radiological Society, "Consultation regarding community action on health services - Reply 119," 2007.
- [159] *Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council of 7 September 2005 on the recognition of professional qualifications*, 2005.
- [160] R. Fitzgerald, "Consultation regarding community action on health services - Reply 7," 2007.
- [161] Joint Commission for the Accreditation of Healthcare Organizations. (2010). *Credentialing And Privileging For Providers From Joint Commission Accredited Organization*. Available:  
[http://www.jointcommission.org/AccreditationPrograms/Office-BasedSurgery/Standards/09\\_FAQs/RC/Credentialing\\_And\\_Privileging.htm](http://www.jointcommission.org/AccreditationPrograms/Office-BasedSurgery/Standards/09_FAQs/RC/Credentialing_And_Privileging.htm)

- [162] European Society for Medical Oncology, "Consultation regarding community action on health services - Reply 96," 2007.
- [163] Association of Chartered Certified Accountants, "Consultation regarding community action on health services - Reply 71," 2007.
- [164] European Society of Radiology, "Consultation regarding community action on health services - Reply 88," 2007.
- [165] R. Agrawal and C. Johnson, "Securing electronic health records without impeding the flow of information," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 76, pp. 471-479, 2007.
- [166] L. R. Smeltzer and A. S. Carr, "Electronic reverse auctions - Promises, risks and conditions for success," *Industrial Marketing Management*, vol. 32, pp. 481-488, 2003.
- [167] Integrating the Healthcare Enterprise. (2009). *Add Image Repository to SWF/XDS-I - Detailed Proposal*.
- [168] Y. Nakajima, *et al.*, "Radiologist supply and workload: international comparison-Working Group of Japanese College of Radiology," *Radiation Medicine*, vol. 26, pp. 455-465, 2008.
- [169] Integrating the Healthcare Enterprise, "IHE IT Infrastructure Technical Framework, Volume 1 (ITI TF-1): Integration Profiles," 2009.
- [170] M. J. Warnock, *et al.*, "Benefits of using the DCM4CHE DICOM archive," *Journal of Digital Imaging*, vol. 20, pp. 125-129, 2007.
- [171] J. L. Lancaster and M. J. Martinez. (2010, 16/06/2010). **Mango: Multi-Image Analysis GUI**. Available: <http://ric.uthscsa.edu/mango/>
- [172] C. M. A. Costa, *et al.*, "Himage PACS: A new approach to storage, integration and distribution of cardilogic images," in *Medical Imaging 2004: Pacs and Imaging Informatics*. vol. 5, O. M. Ratib and H. K. Huang, Eds., 2004, pp. 277-287.
- [173] A. Osterwalder and Y. Pigneur, "Investigating the use of the business model concept through interviews," *Shaping Business Strategy in a Networked World, Vols 1 and 2, Proceedings*, pp. 568-573, 2004.
- [174] A. Osterwalder and Y. Pigneur, *Business Model Generation*, 2009.
- [175] Inspeção Geral das Actividades em Saúde (IGAS), "Acção de Fiscalização a Unidade Privadas Prestadoras de Cuidados de Saúde com utilização de radiações ionizantes, ultra-sons ou campos magnéticos e direccionada à titulação dos profissionais - Report on the inspection of healthcare units and professionals using radiations," Inspeção Geral das Actividades em Saúde - General Inspection of Activities in Healthcare, Lisboa, Lisbon2008.
- [176] "Decreto Lei 127/2009," 2009, p. 3321.
- [177] "Decreto Lei 275/2007," 2007, p. 4880.
- [178] "Decreto Lei 219/2007," 2007, p. 3509.

- [179] Instituto Nacional de Estatística, "Projeções de População Residente, segundo o sexo e grandes grupos etários, Portugal e NUTS III (NUTS 2001), 2000-2050," Instituto Nacional de Estatística, Lisboa 2005.
- [180] B. T. Olsen, *et al.*, "Techno-economic evaluation of narrowband and broadband access network alternatives and evolution scenario assessment," *Ieee Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 14, pp. 1184-1203, 1996.
- [181] W. Research. (2010). *S-Curve*. Available: <http://www.wolframalpha.com/input/?i=s-curve>
- [182] A. M. O. Duarte, "Modelos de previsão: adopção e abandono de tecnologias e produtos; evolução do preço de um produto em função do seu grau de maturidade," in *Notas de Estudo*. Aveiro, 13 de Agosto de 2010, p. 28.
- [183] F. J. Richards, "A FLEXIBLE GROWTH FUNCTION FOR EMPIRICAL USE," *Journal of Experimental Botany*, vol. 10, pp. 290-300, 1959.
- [184] Portugal Telecom-Direcção de Wholesale Nacional, "Oferta de Referência de Circuitos Alugados (ORCA)," 2008.
- [185] Administração Central dos Sistemas de Saúde, "Tabela MCDT Convencionados - Janeiro 2010," 2010.